

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3030593 A1

⑤1 Int. Cl. 3:  
C 10 B 53/00

②1 Aktenzeichen:  
②2 Anmeldetag:  
④3 Offenlegungstag:

P 30 30 593.2  
11. 8. 80  
11. 3. 82

*Patentreibereigentum*

⑦1 Anmelder:  
Michel-Kim, Herwig, 1000 Berlin, DE

⑦2 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

⑤4 Verfahren und Vorrichtungen zur wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Nutzung von Bio-Masse, wie Agrar- und Forstabfällen, und von organischen Abfällen, wie Altreifen, Kunststoffe, Papier u.dgl.

DE 3030593 A1

DE 3030593 A1

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Nutzung von Bio-Masse, wie Agrar- und Forstabfällen, und von organischen Abfällen, wie Altreifen, Kunststoffe, Papier und so weiter, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Bio-Masse und der organische Abfall im Wege der Pyrolyse zu Kohle, Ölen und Gasen veredelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohle und die Öle zu Generatorgas weiterveredelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Pyrolysegas durch Zentrifugalbeschleunigung angereichert wird.
4. Verfahren zur wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Nutzung von Bio-Masse, wie Agrar- und Forstabfällen, und von organischen Abfällen, wie Altreifen, Kunststoff und Papier und dergleichen,

- 2 -

dadurch gekennzeichnet, daß die Bio-Masse und die organischen Abfälle unmittelbar zu Generatorgas vergast werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bio-Material und die organischen Abfälle in einer Kammer verkohlt werden, die durch die Abwärme eines Biokohlenherdes unter Verbrennung der Pyrolysegase geheizt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bio-Material und die organischen Abfälle durch ein die Pyrolysegase verbrennendes Biokohlenfeuer erhitzt werden, wobei die Flamme durch ein Gebläse in der Mitte der Pyrolysekammer abwärts geführt ist, und die heißen Gase die Kammer umstreichen.
7. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß trockenes organisches Abfallmaterial in Behälter eingefüllt wird, die Behälter zunächst in eine von der Abwärme der Pyrolysekammer beheizte Trocknungskammer geführt werden und anschließend in die Pyrolysekammer gebracht werden, in der in einer ersten Pyrolysephase die entweichende Feuchtigkeit

- 3 -

in einen Kamin oder einen Kondensator eingeleitet und in der zweiten Pyrolysephase die Pyrolysegase in einen Kondensator mit fraktionierter Kondensation eingeleitet werden, und die Abgase zu einem Teil der Feuerung der Pyrolyseanlage zugeführt und zum anderen Teil zur Gasversorgung verwendet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zerkleinertes Bio-Material, wie Hackschnitzel und Häckselgut, in eine Vorkammer eingesaugt und aus dieser einem der Vortrocknung des Materials, als Filter für die Gase und als Kondensator für die Rückführung der Teere dienenden Vorreaktor zugeführt wird, daß das Material aus dem Vorreaktor kontinuierlich in einen der Verkohlung dienenden Hauptreaktor gefördert wird, daß die Pyrolysegase direkt in einen Kondensator überführt oder zur Erhöhung der Gas-Biokohlenausbeute in den Vorreaktor zurückgeführt werden, wobei während der Pyrolyse die Feuchtigkeit aus dem Vorreaktor abgesaugt, durch Druck kondensiert, und die freiwerdende Kondensationswärme in den Vorreaktor zurückgeführt wird, und wobei bei

- 4 -

direkter Kondensation der Pyrolysegase im Kondensator die anfallenden Teere unmittelbar zu Leicht- und Mittelölen destilliert und die schweren Teere zur erneuten Spaltung in den Reaktor zurückgeführt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das anfallende Öl in eine heiße, schnell rotierende Vergasungskammer eingespritzt, thermisch gespalten und mit heißen Abgasen oxydiert wird, daß die zentrifugal nach außen beschleunigten Gase und Graphitreste im Gegenstrom mit Luft kontaktiert und bei schneller Rotation verbrannt werden, wobei zufolge der zyklonartigen Verbrennung die Flamme an die Wände eines Brennröhres gedrückt wird zur Erzielung eines intensiven Wärmeaustausches mit einem Medium.
10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das anfallende Öl und Luft in definierten Mengen einer heißen Zentrifuge mit einer Temperatur von 1000 bis 1300°C zugeführt werden unter thermischer Spaltung des Öles, daß

- 5 -

die schweren Bestandteile, insbesondere Teere und Graphit, durch die Zentrifugalbeschleunigung in eine Wirbelkammer gegeben werden, in der sie mit Luft zu Generatorgas verbrennen, wobei das leichte Generatorgas abgeführt und in einem Katalysator und einem Biokohlenbett nachbehandelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Pyrolysegase unter Druck in die Achse einer Kammerzentrifuge eingeführt und über ein Drosselventil entspannt und hierdurch gekühlt werden, daß die gekühlten Gase über radiale Bohrungen der Wände der Zentrifuge in radial angeordnete schmale Kammern umgelenkt werden unter weitgehender Unterdrückung von Turbulenzen, wobei durch die Zentrifugalbeschleunigung eine Trennung in eine schwere, eine mittlere und eine leichte Fraktion erfolgt, die schwere Fraktion am äußeren Rand durch Bohrungen abgeführt, die mittlere Fraktion über mittlere in die Achse führende Bohrungen abgenommen, und die leichte Fraktion über Bohrungen direkt in die Achse überführt wird, und wobei die mittlere Fraktion zur besseren Auftrennung in den Eingang zurückgegeben wird.

- 6 -

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abwärme eines Biokohlen-Gasgenerators zur Dampferzeugung für ein Dampfstrahlgebläse verwendet wird, das die benötigte Luft für die Vergasung in den Generator einpumpt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abwärme des Biokohlengenerators für die Verkohlung von Bio-Materialien ausgenutzt wird, und daß die entstehenden Pyrolysegase im Biokohlengenerator gespalten werden, wobei bei trockenem Bio-Material ein Mehrfaches an Biokohle erzeugt wird, als für den Betrieb des Biokohlengenerator benötigt wird.
14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in einer zylindrischen Steinausmauerung (101) ein eine Pyrolysekammer (103) bildender, der Aufnahme eines Stahlkorbes (108) für das Pyrolysegut dienender Blechmantel (102) unter Bildung eines Zwischenraumes (104) eingesetzt ist, daß

- 7 -

mittig im Blechmantel (102) ein Luftansaugrohr (105) mit einem Zuleitungsrohr für Pyrolysegase (106) eingesetzt ist, wobei das Zuleitungsrohr (106) eine einen Einfall von Kohle verhindernde Kappe (107) trägt, daß in dem Blechmantel (102) eine die Pyrolysekammer (103) oberseitig abdichtende Brennschale (110) einsetzbar ist, die einen Rost (12) besitzt, der mittig für das Zuleitungsrohr (106) offen ist, daß unmittelbar oberhalb der Brennschale (110) mehrere Zuleitungen für Sekundärluft (113) vorgesehen sind, daß auf der Brennschale ein die Nachverbrennung begünstigender Ring (114) aufgesetzt ist, und daß oberhalb des Ringes (114) eine Herdplatte (115) angeordnet ist.

15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in einer zylinderförmigen Ummauerung (201) unter Bildung eines Ringraumes (203) eine Pyrolysekammer (202) eingesetzt ist, die ein mittiges Brennrohr (204) besitzt, daß in die Pyrolysekammer (202) ein oder mehrere Stahlkörper (205) mit dem Pyrolysegut (206) einsetzbar sind, daß auf der Pyrolysekammer (202) dichtend eine Feuerungsschale (207) angeordnet ist, die im Bereich ihrer halben Höhe Öffnungen (208) für den Übergang

ORIGINAL INSPECTED



- 8 -

der Pyrolyse in die Feuerung besitzt, daß die Pyrolysekammer (202) dichtend mit dem Brennrrohr (204) verbunden ist, und daß die Feuerungsschale (207) einen Rost (210) aufweist, in dessen Mitte ein Rohr (211) für Sekundärluft eingesetzt ist, wobei am unteren Ende des Rohres (211) eine Halbkugel (210) angeordnet ist, die die durch die Feuerung erhitzte Sekundärluft zum Rost hin umlenkt und eine ringförmige Nachverbrennung im Gegenstrom bewirkt.

16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Aufnahme von mit dem Abfallmaterial gefüllten Containern (301) dienende Pyrolyseanlage vorgesehen ist mit einer Trocknungskammer (302), einer Pyrolysekammer (303), einem Biokohlengasgenerator (304), einer mit einem Saugrohr (306) für die Luft ausgestatteten Feuerungskammer (305), einem der Reinigung des Generatorgases dienenden Zyklon (308) und einem der Verbrennung des Generators dienenden Gebläsebrenner (309), einem Kondensator (317) für die Pyrolysegase, in dem eine fraktionierte Kondensation in vier Kammern (319,320,321,322) erfolgt.

ORIGINAL INSPECTED

- 9 -

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch eine Pyrolyseanlage für Hackschnitzel und Häckselgut mit einer Vorkammer (401), einem Vorreaktor (402), einem Hauptreaktor (403), einem Kondensator (404) und einer Aufarbeitungseinheit (505) für die Teeröle.
  
18. Turbobrenner zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einem feststehenden Brennerrohr (511), einem in ihm drehbar angeordneten, an seiner Vorderseite (502) als Radialverdichter ausgebildeten Stahlkörper (501) und einer beheizbaren, mit der Vorderseite des Stahlkörpers (501) verbundenen, diesen unter Bildung eines Ringspaltès übergreifenden Kappe (503) besteht, daß die Kappe (503) an ihrem vorderen Ende axial gerichtet, der Ansaugung der Verbrennungsgase aus dem Brennerrohr (511) dienende, in den Ringspalt führende Bohrungen (506) besitzt, daß in der Achse des Stahlkörpers (501) eine mit einer feststehenden, der Zufuhr der Pyrolyseöle dienenden Spirale (508) ausgestattete Bohrung (507) vorgesehen ist, an die waagerechte in den Ringspalt führende Bohrungen (509) anschließen, und daß

- 10 -

die in dem Ringspalt gebildeten Gase durch Zentrifugalwirkung ausgeschleudert und zum Zwecke ihrer Verbrennung in dem Brennerrohr (511) mit Verbrennungsluft in Kontakt gebracht werden.

19. Zentrifugalvergaser zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß er einen auf einer Achse (601) drehbar angeordneten Zentrifugenkörper (602) besitzt, der aus einem inneren und einem äußeren durch Scheiben (605) verbundenen, einen beidseitig geschlossenen konisch sich zu einer Wirbelkammer (609) verbreiternden Ringschlitz zwischen sich einschließenden Teil (603,604) besteht, daß in dem einen Ende der Achse (601) eine mit einer feststehenden Spirale ausgestattete, der Förderung des Öles dienende Bohrung (106) besitzt, die im Bereich der Mitte des Ringschlitzes in waagerechte, in diesen führende Bohrungen übergeht, daß am anderen Ende der Achse (601) eine der Zuführung von Verbrennungsluft dienende Bohrung (610) angeordnet ist, an die sich in die Wirbelkammer (609) führende Radialbohrungen (611) anschließen, daß an der engsten Stelle des Ringspaltes der Abführung des Generatorgases dienende Querbohrungen (612) vorgesehen sind, und daß ein

- 11 -

der Nachbehandlung des Generatorgases und der niedermolekularen Kohlenwasserstoffe dienender als Biokohlenbett ausgebildeter Katalysator vorgesehen ist.

20. Kammer-Gaszentrifuge zur Fraktionierung der Pyrolysegase zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (701) der Kammerzentrifuge (700) eine der Zufuhr der Pyrolysegase dienende Bohrung (702) besitzt, an die sich an die Wände (704) der Zentrifuge (700) führende radiale Bohrungen (703) anschließen, die in schmale Kammern (705) münden, daß an dem anderen Ende der Zentrifuge (700) der Entnahme der schweren, der mittleren und der leichten Fraktion der Gase dienende äußere Bohrungen (706), mittlere Bohrungen (707) und innere Bohrungen (708) angeordnet sind, wobei die inneren Bohrungen (708) in eine am anderen Ende der Achse (701) angeordnete Bohrung münden, die mittleren Bohrungen (708) in eine die Achse (701) umgebende Ausnehmung münden und die äußeren Bohrungen (706) am Umfang der Zentrifuge enden, und daß voneinander getrennte Austrittskanäle (709) zur Abnahme der leichten, der mittleren und der schweren Fraktion der Gase vorgesehen sind.

- 12 -

21. Biokohlen-Gasgenerator zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasgenerator aus einem senkrecht angeordneten, oberseitig durch einen Deckel (802) dichtend verschließbaren Blechzylinder (801) besteht, in dessen Unterseite eine der Luftzufuhr dienende mit einer halbkugelförmigen Abdeckung (804) versehene Lavalldüse (803) angeordnet ist zur Bildung einer ringförmigen Brennzzone, daß in Lavalldüse (803) ein mit einem Regelorgan (806) ausgestattetes Dampfstrahlgebläse (805) angeordnet ist, daß der Biokohlengenerator in seinem unteren Bereich von einem durch die Abwärme des Generators beheizten, mit einem Sicherheitsventil (808) ausgestatteten Wasserdruckbehälter (807) umgeben ist, und daß der Wasserdruckbehälter (807) eine innerhalb des Generators liegende zum Dampfstrahlgebläse (805) führende Leitung (809) besitzt.

22. Biokohlen-Gasgenerator mit integrierter Kleinverkohlungseinheit zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der aus einem senkrechten, mit einem Sicherheitsverschluß (902) ausgestatteten Blechmantel (901) bestehende Biokohlengasgenerator eine gebogene,

- 13 -

mit einer Keramikspitze (904) ausgestattete, in die Brennzone führende Lufterdüse (903) besitzt, die im Bereich der Mitte eines Keramikeinsatzes (905) angeordnet ist, daß eine der Zündung dienende, nach erfolgter Zündung verschließbare Feuerungs- klappe (906) vorgesehen ist, daß dem Biokohlen- gasgenerator ein der Zuführung der Luft dienender, von den Gasen erhitzter Wärmeaustauscher (907) zu- geordnet ist, daß oberhalb des Keramikeinsatzes (905) der Blechmantel (901) eine Vielzahl von dem Austritt des Gases dienenden Löchern (908) besitzt, oberhalb derer ein den Zutritt der Bio- kohle verhinderndes Blech (909) angeordnet ist, daß ein die Asche von dem Gas trennender Zyklon (910) und ein Filter (911) vorgesehen sind, und daß der Biokohlengasgenerator dichtend in eine mit einer thermischen Isolierung (913) ausge- stattete Pyrolysekammer (912) eingesetzt ist.

23. Biokohlen-Gasgenerator mit integrierter Pyrolyse- einheit zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Generator mit integrierter Pyrolyseeinheit (916) in einen vorzugsweise in den Boden eingelassenen isolierten Behälter (915) eingesetzt ist und aus

- 14 -

einem mit einer im unteren Drittel angeordneten Einschnürung versehenen Mantel (917) besteht, an dessen Unterseite ein Rost (918) vorgesehen ist, daß eine von oben eingesetzte Lufterdüse (919) vorgesehen ist, die eine mit einem inneren Kern ausgestattete Keramikspitze (920) zur Erzeugung einer ringförmigen Verbrennungszone besitzt, daß der Mantel (917) in eine ihn ringförmig umschließenden, den Biokohlengasgenerator bildende Pyrolyseeinheit (921) eingesetzt ist, die einen oder mehrere das Pyrolysegut enthaltende Ring- oder Segmentkörbe aufweist, daß der Generator mit der Pyrolyseeinheit durch mehrere im Bereich der Verengung liegende Öffnungen (923) in Verbindung steht zur unmittelbaren Zuführung des Pyrolysegases in die ringförmige Brennzzone, und daß unterhalb des Generators liegende an der Pyrolysekammer nach aufwärts geführte dem Abzug des Gases dienende Kanäle (924) vorgesehen sind.

24. Biokohlengenerator zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Biokohlengenerator aus einem mit einem Sicherheitsdeckel (1002) dichtend verschließbaren Blechmantel (1001) besteht, in dessen unteren Bereich

- 15 -

zwei konische mit ihren geringsten Durchmessern einander zugekehrte, mit Keramik beschichtete Einsätze angeordnet sind und in dem unteren Einsatz ein den Brennbereich trichterförmig öffnender, von einem Rost (1005) umgebener Kegel (1004) vorgesehen ist, daß eine der Luftzuführung dienende, mittig von oben her in den Generator eingesetzte Düse (1006) vorgesehen ist zur Ausbildung einer ringförmigen Flamme, daß eine zusätzliche zweite Luftzuführung zwischen den beiden Einsätzen (1003) angeordnet ist, die mit einer Unterdruckreglung (1008) ausgestattet ist, daß in der Düse (1006) eine Fördervorrichtung (1009) zur Zuführung von Öl vorgesehen ist, daß an der Spitze des Kegels (1004) ein die Temperaturmessendes und ein der Einmischung von Abgasen oder Wasserdampf in die Ansaugluft dienendes Regelorgan (1012) steuerndes Thermoelement angeordnet ist.

25. Gasgenerator für zerkleinerte Biomaterialien und Kohle zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in einem durch einen Deckel (1102) dichtend verschließbaren Blechmantel (1101) ein Biokohlenvergaser (1103)



- 16 -

und ein Trichtervergaser (1104) für kleinstückiges Gut angeordnet sind, daß der Trichtervergaser aus einem in ein Luftzuführsystem (1110) eingesetzten gußeisernen Trichter (1109) besteht, der in seinem oberen Bereich mit Löchern (1111) zum Austritt von Asche ausgestattet ist, daß unterhalb des Trichters (1109) eine der Zuführung der Biomaterialien dienende Schnecke (1112,1113) angeordnet ist, daß auf dem Trichter (1109) ein das Austreten des Biogutes verhinderndes Lochblech (1115) angeordnet ist, daß die aus dem Biokohlen- Gasgenerator austretenden Generatorgase an den Wänden des Trichtervergasers (1109) vorbeiführende Leitorgane (1116) vorgesehen sind, daß dem Biokohlenvergaser (1103) ein Thermoelement (1117) zugeordnet ist zur Anfeuerung des Trichtervergasers (1109) und zur Steuerung der in den Ansaugkanälen (1120,1121) angeordneten Drosseln (1118,1119) mittels eines Regelorganes (1122).

26. Vorrichtung zur Reinigung, Kühlung und Zufuhr des Generatorgases zum Betrieb von Benzinmotoren im Zweistoffbetrieb, dadurch gekennzeichnet, daß

- 17 -

ein das im Bioverfahren erzeugte Generatorgas aufnehmender Radialverdichter (1201) vorgesehen ist, der mit einer der Einspritzung von aus einem Sammelbehälter (1203) entnommenen Wasser dienenden Düse (1202) ausgestattet ist zur Reinigung und Kühlung des Generatorgases, daß ein das gekühlte und gereinigte Generatorgas über eine Drossel (1207) aufnehmendes Ansauggebläse (1208) vorgesehen ist zur Erzielung der erforderlichen Luft-Gas-mischung, und daß die das Ansauggebläse (1208) verlassende Luftgasgemisch dem Verbrennungsmotor zugeführt wird.

27. Integrierte Trocknungseinheit, dadurch gekennzeichnet, daß ein trockene Abgase erzeugender Biokohlen-Gasgenerator (1301) vorgesehen ist, daß zur Reinigung des anfallenden Gases ein Zyklon (1302) und ein Filter (1303) angeordnet und zur Kühlung ein Gaskühler (1304) vorgesehen sind, und daß ein durch das gekühlte und gereinigte Gas antreibbarer Gasmotor (1305) vorgesehen ist, dem über eine Kupplung und ein Getriebe (1306) ein Gebläse (1307) zugeordnet ist.

28. Vorrichtung zur Bodentemperierung für Gärtnereien, dadurch gekennzeichnet, daß eine aus einem Silo mit einer luftdichten Einfüllklappe (1402) und einer luftdichten Entnahmeklappe (1403) ausgestattete Schnellkompostanlage (1401) für Biomaterial vorgesehen ist, die einen unteren der Belüftung dienenden Schrägrost (1404) und eine obere Absaugevorrichtung (1405) besitzt, daß die warme, feuchte  $\text{CO}_2$ - und  $\text{NO}_2$ - beziehungsweise  $\text{NH}_3$ - reiche Kompostluft einer Gasgenerator-Motor-Gebläse-Einheit (1406) angesaugt, zusätzlich mit Luft gemischt und in Gewächshäusern oder im Freiland in Hügelbeete (1407) eingeblasen wird, und daß in der Kompostanlage (1401) eine der Einspritzung von Wasser oder Wasserdampf dienende Düse (1408) angeordnet ist, deren Regelung durch einen am Ausgang der Einheit (1406) angeordneten Meßfühler (1409) und ein Regelgerät (1410) erfolgt.

3030593

PFENNING · MAAS · MEINIG · SPOTT

- 19 -

Patentanwälte Kurfürstendamm 170, D 1000 Berlin 15

PATENTANWÄLTE  
BERLIN · MÜNCHEN

J. Penning, Dipl.-Ing. Berlin  
Dr. I. Maas, Dipl.-Chem. München  
K. H. Meinig, Dipl.-Phys. Berlin  
Dr. G. Spott, Dipl.-Chem. München

Zugelassene Vertreter beim  
Europäischen Patentamt

BÜRO BERLIN:  
Kurfürstendamm 170  
D 1000 Berlin 15

Telefon:  
030/8812008/8812009

Telegramme:  
Seilwehrpatent

Telex: 52 15880

Berlin  
Date

Ihr Zeichen  
Your reference

Ihre Nachricht vom  
Your letter of

Unser Zeichen  
Our reference

I/f/schu

11. August 1980

Herr Herwig Michel-Kim

Bamberger Straße 41, 1000 Berlin 30

---

Verfahren und Vorrichtungen zur wirtschaftlichen und  
umweltfreundlichen Nutzung von Bio-Masse, wie Agrar-  
und Forstabfällen, und von organischen Abfällen, wie  
Altreifen, Kunststoffe, Papier und dergleichen

---

- 18 -

- 20 -

Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren und Vorrichtungen zur wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Nutzung von Bio-Masse, wie Agrar- und Forstabfällen, und von organischen Abfällen, wie Altreifen, Kunststoffe, Papier und dergleichen.

Die wirtschaftliche und umweltfreundliche Nutzung von Bio-Masse und organischen Abfällen gehört zu den wichtigsten Problemen der Menschheit, insbesondere in Entwicklungsländern, wo feste Brennstoffe, wie Kohle, oder flüssige Brennstoffe, wie Öle, und zum Betrieb von Antriebsorganen dienende Generatorgase in der Regel nicht zur Verfügung stehen. Die gleiche Problematik kann sich auch für die westliche Welt ergeben in Katastrophenzeiten, wo die üblicherweise verwendeten Energieträger nicht greifbar sind.

von  
Bio-Masse in Form Agrar- oder Forstabfällen und organische Abfälle stehen in der Regel zur leicht greifbaren Verfügung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verfahren und Vorrichtungen zu schaffen, die eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Nutzung derartiger Abfallstoffe auf einfache und preiswerte Weise gestattet.

- 20 -

- 21 -

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Hauptanspruches gelöst durch die in seinem kennzeichnenden Teil angegebenen Merkmale.

Die Unteransprüche 2 und 3 stellen vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens nach dem Hauptanspruch dar. Ein abgewandeltes Verfahren zur Nutzung ist in dem kennzeichnenden Teil des Anspruches 4 enthalten.

Die Unteransprüche 5 bis 13 stellen unterschiedliche vorteilhafte Weiterbildungen der Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4 dar.

Die weiteren Unteransprüche zeigen unterschiedliche, der Durchführung der Verfahren dienende Vorrichtungen auf.

Die beiliegenden Zeichnungen zeigen beispielsweise Ausführungsformen der der Durchführung der Verfahren dienenden Vorrichtungen, und es zeigt:

Fig. 1 eine Kleinpyrolyseeinheit mit  
Holzkohlenherd;

- 21 -

- 22 -

Fig. 2 eine Kleinpyrolyseeinheit;

Fig. 3  
und 4 eine Container-Pyrolyse-Anlage;

Fig. 5  
und 6 eine Pyrolyseanlage für Hackschnitzel  
und Häckselgut;

Fig. 7 einen Turbobrenner für Pyrolyseöle;

Fig. 8  
und 9 einen Zentrifugalvergaser;

Fig.10 eine Kammer-Gaszentrifuge zur  
Fraktionierung der Pyrolysegase;

Fig.11 einen Biokohlen-Gasgenerator mit  
integriertem Dampfstrahlgebläse;

Fig.12 einen Biokohlen-Gasgenerator mit  
integrierter Kleinverkohlungsseinheit;

Fig.13 einen anderen Biokohlen-Gasgenerator  
mit integrierter Kleinverkohlungsseinheit;

-22 -

-23 -

Fig. 14 einen Biokohlengenerator;

Fig. 15 einen Gasgenerator für zerkleinerte Biomaterialien und Kohle;

Fig. 16 eine Vorrichtung zur Reinigung, Kühlung und Zufuhr des Pyrolysegases zum Betrieb von Benzinmotoren im Zweistoffbetrieb;

Fig. 17 eine integrierte Trocknungseinheit;

Fig. 18 eine Vorrichtung zur Bodentemperierung für Gärtnereien.

Fig. 1 zeigt eine Kleinpyrolyseeinheit mit Holzkohlenherd. In eine, im Inneren zylindrische Steinummauerung 101 wird der Blechmantel 102 der Pyrolysekammer 103 eingesetzt, Der Zwischenraum 104 zwischen Kammer und Ummauerung wird mit Isoliermaterial ausgefüllt (Steinwolle, Schlacke usw.).

In der Mitte des Zylinders ist ein Luftansaugrohr 105 mit einem Zuleitungsrohr für Pyrolysegase 106 eingesetzt. Das Zuleitungsrohr 106 hat eine Kappe aus



- 23 -

- 24 -

Keramik 107, der verhindert, daß die Kohle in das Rohr fällt. Die Gase treten ringförmig aus.

In die Pyrolysekammer 103 wird ein Stahlkorb 108 mit dem Pyrolysegut eingesetzt.

In eine Schiene 109 des Blechmantels 102 wird die Brennschale 110 eingesetzt. In der Schiene ist eine Asbestschnur 111, die die Pyrolysekammer nach oben dichtet.

Die Brennschale hat einen Rost 112, der in der Mitte für das Zuleitungsrohr 106 offen ist.

Direkt oberhalb der Brennschale 110 sind mehrere Zuleitungen für Sekundärluft 113.

Auf die Brennschale wird ein Ring 114 aus Keramik oder Guß gesetzt, der die Nachverbrennung begünstigt und die Hitze auf den Topf konzentriert.

Auf die Einheit wird eine Herdplatte 115 (Keramik oder Guß) gesetzt, deren Öffnung an die Topfgröße angepaßt werden kann.

- 24 -

- 25 -

Durch die Herdplatte wird die Brennschale mit Biokohle gefüllt und angezündet. Die Zuluft wird über eine Drossel 116 reguliert. Die Asche wird in einem Aschenkasten 117 aufgefangen. Die Abgase werden in dem Kamin 118 oder eine Nebenkochstelle geführt.

Durch die Abwärme des Kohlenfeuers wird das Pyrolysegut thermisch zersetzt. Die Pyrolysekammer kann bei feuchtem Pyrolysegut ergänzend von unten geheizt werden.

Die flüchtigen Bestandteile entweichen durch das Zuleitungsrohr 106 und werden im Biokohlenfeuer nachverbrannt.

Fig. 2 zeigt eine Kleinpyrolyseeinheit. In eine, im Inneren zylinderförmige Ummauerung 201, die möglichst in die Erde eingelassen ist, wird die Pyrolysekammer 202 eingelassen. Es verbleibt ein mehrere Zentimeter starker Zwischenraum 203.

Die zylinderförmige Pyrolysekammer hat in der Mitte ein Brennrohr 204 aus Guß eingesetzt.

-25-

-26-

In die Pyrolysekammer wird ein ringförmiger Stahlkorb oder es werden mehrere Segmentkörbe 205 mit dem Pyrolysegut 206 eingesetzt.

Auf die Pyrolysekammer wird mit einer Asbestabdichtung die Feuerungsschale 207 gesetzt, die in halber Höhe Öffnungen 208 für den Übergang der Pyrolysegase in die Feuerung hat.

Über den Öffnungen ist ein Wulst 209, damit die Öffnungen nicht durch Kohle verschlossen werden.

Die Brennkammer schließt mit dem Brennrrohr 204 dicht ab.

Die Feuerungsschale hat ein Rost 210. In die Mitte des Rostes ist ein Keramikrohr 211 für Sekundärluft eingesetzt. Am unteren Ende des Keramikrohres ist eine Keramik-Halbkugel 212, die die durch die Feuerung erhitzte Sekundärluft zum Rost hin umlenkt und eine ringförmige Nachverbrennung im Gegenstrom bewirkt.

Am oberen Ende des Keramikrohres 211 ist eine Drossel 213 eingesetzt, mit der das Primär-Sekundärluftverhältnis reguliert werden kann. Die Drossel wird so reguliert, daß die Abgase möglichst heiß und raucharm sind.

-26-

- 27 -

In die Feuerungsschale 207 wird Biokohle 214 gefüllt und angezündet. Auf die Biokohle kann auch Holz geschichtet werden.

Die Feuerungsschale wird mit einem Deckel 215 dicht verschlossen. In der Mitte des Deckels, über dem Keramikrohr für Sekundärluft 211, ist ein Gebläse 216, das für die abwärtsgerichtete Feuerung und deren Regelung sorgt.

Die Glut des Biokohlenfeuers erhitzt die Pyrolysekammer von oben. Die Flamme des Brennröhres umstreicht die gesamte weitere Kammer, so daß die Kammer von innen und außen geheizt ist.

Die Abgase können ringförmig austreten 217 und ihre Restwärme an die Luft abgeben, sie können aber auch für Heizzwecke verwendet werden.

Durch die umfassende Erhitzung erfolgt eine schnelle Pyrolyse. Die Pyrolysegase verbrennen im Biokohlenfeuer.

Für die Feuerungsschale wird nur wenig Biokohle benötigt, da nach Eintritt der Pyrolyse die Energie vor allem aus den Pyrolysegasen kommt und die Biokohle eher wie ein Katalysator für die Nachverbrennung wirkt.

~~-27-~~

- 28 -

Nach Beendigung der Pyrolyse wird der Deckel und die Feuerungsschale abgehoben und der oder die Körbe mit der Biokohle werden herausgeholt. Wenn die Kohle noch heiß ist, kann sie zuvor noch in der Kammer mit Wasser abgekühlt werden.

Die Fig. 3 und 4 zeigen eine Container-Pyrolyse-Anlage. Die Container 301 bestehen aus einem Edelstahlrahmen und einem Edelstahlgitter. In der Mitte ist ein Zylinder aus Gittermaterial, der nicht gefüllt wird und dem besseren Wärmeaustausch dient.

Die Container können gefüllt werden mit Meterhölzern und Abfallhölzern aller Art, Preßballen aus Stroh, Strauch und anderen Materialien, organischen Haushalts- und Gewerbeabfällen (auch Papier), Tierabfällen, Aktivkohle-Containern, Altreifen und ähnliche Abfälle; bis zu einem gewissen Grad kann holzhaltigen Abfällen Abfallöl beigelegt werden.

Die Container können an Hausmüllsammelplätzen oder in Gewerbebetrieben aufgestellt werden. Das für die Pyrolyse geeignete Material wird direkt eingefüllt.

- 28 -

- 29 -

Die Containergröße kann dem Bedarf und der Tragfähigkeit von Gabelstaplern angepaßt werden. Es empfehlen sich Größenabstufungen, die es erlauben, daß im jeweils größeren System zwei Container des kleineren untergebracht werden können.

Die Container werden mit Hand oder mit Gabelstaplern zunächst in die Trocknungskammer 302 eingebracht.

Nach der Trocknung werden die Container in die Pyrolysekammer 303 eingebracht.

Die Feuerung erfolgt mit einem Biokohlengasgenerator 304, der von oben gefüllt wird.

Die Luft wird aus der Feuerungskammer 305 mit einem Saugrohr 306 angesaugt, das eine Keramikspitze 307 hat.

Das Generatorgas wird in einem Zyklon 308 gereinigt und in einem Gebläsebrenner 309 verbrannt, der gleichzeitig aus der Feuerungskammer vorerhitzte Luft mit ansaugt.

Die Verbrennung wird durch elektrisch beheizte Glühstäbe 310 und eine Thermosicherung gesichert.

- 29 -

- 30 -

Die heißen Gase umströmen die Pyrolysekammer und durchströmen anschließend die Trocknungskammer. Sie können aber auch über eine Klappe 311 direkt in den Kamin 312 abgeleitet werden.

In der Pyrolysekammer wie auch der Trocknungskammer wird der Wärmeaustausch durch Zusatzgebläse verstärkt, die direkt in die Zylinder aus Gittermaterial in der Mitte der Container blasen 313.

Die feuchte Luft der Trocknungskammer entweicht in den Kamin, kann aber auch zur Rückgewinnung der Kondensationswärme in einen Kondensator geleitet werden.

Zu Beginn der Pyrolyse entweicht vor allem Wasser und  $\text{CO}_2$ . In dieser Phase werden die flüchtigen Anteile über eine Klappe 314 mit automatischem Ventil 315 in den Kamin geleitet. Wenn die Temperatur im Ventil über einen kritischen Wert steigt, wird automatisch geschlossen und der Kondensator 316 in Betrieb gesetzt.

Die Pyrolysegase gelangen dann in den Kondensator 317. Die Temperatur der Gase wird kontinuierlich überprüft 318, um den Verlauf der Pyrolyse zu registrieren.

~~-20-~~

-31-

Der Kondensator bewirkt eine fraktionierte Kondensation in vier Kammern. In der ersten 319 wird die Teerfraktion auskondensiert, in der zweiten 320 die Essigsäurefraktion, in der dritten 321 fällt vor allem Wasser an, in der vierten 322 fällt vor allem Methanol an.

Die Kondensation erfolgt über Radialgebläse 323, in die das jeweilige Kondensat mit einer Pumpe 324 eingespritzt wird.

Die Kondensation erfolgt unter Druck, der in jeder Kammer durch die additive Wirkung der Radialgebläse ansteigt und bei der Methanolkondensation den höchsten Wert erreicht.

Kondensatspritzer der jeweils einer Kammer werden durch Glaswollefilter 325 zurückgehalten.

Die Abwärme der Kondensatoren wird über einen Wasserkühlkreislauf 326 abgeführt. Ein Mischregler 327 regelt die jeweils optimale Kondensatortemperatur.

Das nichtkondensierende Gas 328 kann in den Biokohlegenerator 304 aber auch in ein betriebliches Gasnetz eingespeist werden.



- 31 -  
- 32 -

Die Kondensate werden in Vorratsbehälter abgepumpt.

Nach Beendigung der Pyrolyse wird über eine Düse 329 Wasser eingespritzt, um die Biokohle abzukühlen. Der hierbei entstehende Dampf wird in den Kamin oder einen Kondensator geleitet, um die Kondensationswärme zurückzugewinnen.

Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Pyrolyseanlage für Hack- schnitzel und Häckselgut. Die gesamte Anlage besteht aus fünf Hauptkomponenten: der Vorkammer 401, dem Vorreaktor 402, dem Hauptreaktor 403, dem Kondensator 404 und der Aufarbeitungseinheit für die Teeröle 405.

Die Anlage kann alternativ auf zwei Produktziele optimiert werden:

1. Optimierung auf Gas-/Biokohlenausbeute 405. Hierbei werden die flüchtigen Bestandteile voll in den Vorreaktor zurückgeführt und bis auf die Feuchtigkeit und Komponenten mit einem Siedepunkt unter 100°C dort kondensiert. In Gemisch mit neuem Pyrolysegut werden sie erneut in den Hauptreaktor geführt, bis alle flüchtigen Bestandteile thermisch voll aufgespalten sind. Auf diese Weise wird auch bei kleinstückigem

- 32 -

- 33 -

Material eine hohe Kohlenausbeute erreicht. Gleichzeitig wird die Gasproduktion optimiert. Durch das kontinuierliche Verfahren ist der Heizwert des Gases relativ gleichmäßig.

2. Optimierung auf Kondensatausbeute 407. Die Kondensate werden nicht in den Vorreaktor zurückgeführt, sondern gleich aus dem Hauptreaktor abgezogen und fraktioniert kondensiert. Parallel dazu wird die Feuchtigkeit aus dem Vorreaktor abgezogen. Die Teere werden kontinuierlich in einer Aufarbeitungseinheit 405 destilliert und die schweren Teere werden zur erneuten Aufspaltung in den Reaktor zurückgeführt, so daß die Ausbeute an Leicht- und Mittelölen optimiert wird.

Die Biokohle wird in einen thermisch gut isolierten Bunker 408 gelassen, um dort zu "altern" und hierdurch die Oberfläche zu deaktivieren.

Die kleinstückige Biokohle wird anschließend mit einer Presse 409 briкетtiert. Wenn mit Teer briкетtiert wird, können die Briкетts in der Containerpyrolyseanlage nacherhitzt werden, damit die Briкетts beim Brennen nicht qualmen.

ORIGINAL INSPECTED

-33 -

-34 -

Das zerkleinerte Gut wird durch einen Exhaustor 410 in die Vorkammer 401 gesaugt. Wenn die Vorkammer gefüllt ist, wird der Ansaugkanal 411 durch ein Ventil 412 dicht verschlossen. Aus der Kammer wird weiterhin Luft abgesaugt. Dabei kann aus dem Vorreaktor 402 etwas Gas eingesaugt werden. Wenn die Sauerstoffkonzentration in der Vorkammer genügend gering geworden ist, dies kann auch durch Einleiten von Auspuffgasen erfolgen, wird der Exhaustor abgestellt. Ein Rückschlagventil 413 verhindert ein erneutes Einströmen von Luft.

Das Gut wird durch eine Schnecke 414 in den Vorreaktor gedrückt. Die Schneckenzuführung ist im Vorreaktor durch ein Ventil 415 verschlossen, das bei der Füllung der Vorkammer das Ausströmen von Gas durch die Schnecke verhindert.

Der Füllstand des Vorreaktors wird durch ein Netz 416 kontrolliert, das bei Spannung einen Schalter 417 betätigt, der zwischen zwei Punkten regelt.

Das Gut wird in der Vorkammer durch die Heizungsabgase und die Kondensatorwärme vorerhitzt.

Aus dem Vorreaktor wird das Gut durch eine Schnecke 418

ORIGINAL INSPECTED

~~-34-~~

• 35-

in den Hauptreaktor gedrückt. Wenn das Gut ein schlechtes Nachrutschverhalten hat, wird es durch zusätzliche Förderwalzen 419 in die Schnecke gedrückt.

Das Gut gelangt in eine senkrechte Transportschnecke 420. Hier erfolgt hauptsächlich die Pyrolyse.

Aus der senkrechten Schnecke fällt das Gut in die Kammer 421 des Reaktors und entgast dort weiter. Es wird gerade soviel Biokohle in den Bunker 408 abgelassen, daß der Füllstand in der Reaktorkammer etwa gleich bleibt.

Bei der Optimierung auf Gas/Biokohle werden die gesamten Pyrolysegase durch ein Rohr 422 in den Vorreaktor zurückgeführt. Dort kondensieren die Komponenten mit einem Siedepunkt über 100°C weitestgehend am Pyrolysegut aus. Sie werden durch die Transportschnecke 418 erneut in den Reaktor geführt bis sie vollständig thermisch aufgespalten sind. Die Teere werden dabei immer im Gemisch mit Reaktionswasser gespalten, so daß hierdurch und die Wahl einer Pyrolysetemperatur von unter 500°C der Methananteil im Gas hoch wird.

~~-35-~~

-36-

Die nichtkondensierten Bestandteile, vorwiegend die brennbaren Gase,  $\text{CO}_2$ , Wasserdampf, Methanol, werden mit einer Pumpe 423 abgesaugt. Dabei wird der Unterdruck geregelt. Die sehr feuchten Gase werden unter Druck in einem Kondensator 424 vom Wasser weitgehend befreit. Der Kondensator ist im Vorreaktor 402 und 451 diagonal angeordnet 452. Die Kondensationswärme wird an das Pyrolysegut abgegeben.

Das Gas-Kondensat-Gemisch wird im Kondensator 404 weiter abgekühlt. Das Methanol kann dort direkt aus dem Kondensat abdestilliert werden.

Bei der direkten Abnahme der Pyrolysegase aus dem Reaktor über ein Ventil 425 werden die kondensierbaren Bestandteile wie in 316 fraktioniert auskondensiert. Aus dem Vorreaktor wird dann nur die Feuchtigkeit abgepumpt. Dabei wird der Unterdruck so reguliert, daß er nicht größer als im Reaktor wird.

Da der Kondensator 404 mit Radialverdichtern arbeitet, herrscht im Reaktor ein Unterdruck, der die Pyrolyse zu Gunsten der Teerölausbeute optimiert.

Zur Gewinnung der Teeröle wird die Teerfraktion direkt

- 36 -

- 37 -

in einer Aufbereitungseinheit 405 (Zentrifugalverdampfer) destilliert. Die Leicht- und Mittelöle werden abgetrennt und die schweren Fraktionen werden in den Vorreaktor 426 zurückgeführt. Unter Einwirkung von Reaktionswasser bei Temperaturen zwischen 400° und 500°C werden sie erneut gespalten. Hierdurch wird die Ausbeute an Teerölen optimiert.

Die Heizung erfolgt durch eine Generatorfeuerung 427, 453 und alternativ oder in Ergänzung durch Motorenabgase.

Die Heizgase umströmen die Schnecke 420 nach oben und werden dann durch einen äußeren Mantel wieder nach unten geführt 428. Von dort umströmen sie die Schnecke 418. Anschließend werden sie an der Front- und Hinterseite des Vorreaktors 454 hochgeführt und durch zwei Kamine 429 entlassen. Dabei wird die Wärme weitgehend an den Vorreaktor abgegeben.

Die Abwärme des Kondensators wird über einen Kreislauf 455 an die beiden anderen Seiten des Vorreaktors 456 abgegeben.

Der Vorreaktor wird so durch drei Verfahren der Wärmérückgewinnung beziehungsweise Nutzung geheizt.

ORIGINAL INSPECTED

- 37 -

- 38 -

Der Vorreaktor und der Hauptreaktor sind nach außen gut wärmeisoliert, so daß an Abfallwärme nur anfallen:

1. Abgase mit einer Temperatur von etwa  $100^{\circ}\text{C}$ . Diese Verluste können durch eine Vorerhitzung der Generatorluft durch die Abwärme des Kohlenbunkers 408 kompensiert werden.

2. Die Wärme, die in der Biokohle steckt, die mit etwa  $500^{\circ}\text{C}$  den Reaktor verläßt.

3. Die Wärme, die in dem Gas und den Kondensaten enthalten ist, die den Kondensator mit etwa  $60^{\circ}$  bzw.  $100^{\circ}\text{C}$  verlassen.

Fig. 7 zeigt einen Turbobrenner für Pyrolyseöle.

Der Turbobrenner besteht aus einem hochtemperaturfesten Stahlkörper 501, dessen Vorderseite 502 als Radialverdichter ausgebildet ist. Der Brenner hat eine Kappe 503, die am besten aus Keramik gefertigt ist.

Die Kappe muß vor der Verbrennung angeheizt werden. Dies kann durch eine Heizflamme erfolgen. Besser ist der Einbau von Heizdrähten 504 oder Induktionsschleifen. Die Heizdrähte werden über einen Schleifring 505 angeheizt. Nach der Anheizphase kann die Temperatur in der

ORIGINAL INSPECTED

- 38 -

- 39 -

Kappe durch eine Widerstandsmessung verfolgt werden. Induktionsschleifen können durch einen Magneten angeheizt werden.

Die Keramikkappe hat an ihrer Vorderseite mehrere Öffnungen 506, durch die heiße Verbrennungsgase angesaugt werden. Die Größe der Öffnungen kann verändert werden.

Die Öle werden durch eine Bohrung in der Achse des Turbobrenners eingeführt 507. In der Achse ist eine Spirale 508, die fixiert ist. Die Achse dreht sich um die Spirale, fördert hierdurch Öl und verhindert zugleich, daß sich Teer oder Ölkoks festsetzt.

Das Öl fliegt durch Bohrungen 509 infolge der Zentrifugalbeschleunigung an die heiße Keramikkappe.

Die Öldämpfe und das gebildete Graphit fließen an der heißen Kappe entlang und werden dabei durch die rückgeführten, heißen Verbrennungsgase weitgehend zu Generatorgas und Methan abgebaut.



- 39 -

- 40 -

Das Gas und restliche Graphitbestandteil fliegen durch die Zentrifugalwirkung nach außen und prallen im Gegenstrom auf die Luft 510, die dort durch einen Spalt mit hoher Geschwindigkeit strömt.

Die Gase werden umgelenkt und verbrennen in einem Zyklon.

Durch die schnelle Rotation wird die Flamme an die Außenwände eines Brennröhres 511 gedrückt. Hierdurch wird der Wärmeübergang sehr verbessert.

Der Antrieb des Turbobrenners erfolgt durch einen Elektromotor 512.

Durch einen Drosselring 513, der in die Ansaugöffnung des Radialverdichters hineinreicht, kann die Luftzufuhr verändert werden.

Die Flamme wird durch ein Thermoelement 514 kontrolliert.

Durch eine Drossel im Abzug der Brennkammer kann ein Verbrennungsdruck aufgebaut werden.

Die Fig. 8 und 9 zeigen einen Zentrifugalvergaser.

- 40 -

- 41 -

Der Zentrifugalvergaser 600 hat eine doppelt gelagerte Achse 601, auf die der Zentrifugenkörper aus Keramik 602 aufgesetzt ist. Der Zentrifugenkörper besteht aus einem inneren 603 und einem äußeren 604 Körper. Die beiden Körper werden durch zwei Scheiben 605 zusammengehalten.

Das Öl wird durch eine Achsenseite durch eine Bohrung 606 eingespritzt. In die Bohrung ist eine Spirale 607 eingesetzt. Die Achse dreht sich um die fixierte Spirale. Dadurch wird das Öl gefördert und zugleich verhindert, daß sich Teer oder Ölkoks festsetzt.

Das Öl fliegt in der Mitte der Zentrifuge durch Bohrungen 608 an die heißen Zentrifugenwände. Dort wird das Öl aufgespalten und die schweren Bestandteile fliegen in die Wirbelkammer 609, wo wie im Gegenstrom auf Luft treffen und zu Generatorgas verbrennen.

Die Luft wird durch die der Ölzuführung gegenüberliegende Seite durch eine Bohrung 610 in der Achse eingeführt. Die Luft fliegt durch Radialbohrungen 611 in die Wirbelkammer.

- 41 -

- 42 -

Die leichten Bestandteile der Ölsplattung und das Generatorgas werden durch die Zentrifugalbeschleunigung durch Bohrungen 612 aus der Zentrifuge herausbefördert.

Das Gemisch aus Generatorgas und niedermolekularen Kohlenwasserstoffen wird in einem Katalysator oder Biokohlenbett 651 nachbehandelt.

Das Gas wird dann von einem Ansauggebläse 652 angesaugt und mit Luft gemischt. Danach wird es dem Motor 653 zugeführt.

Zur Regelung der Temperatur im Vergaser und Optimierung des Wirkungsgrades wird die Temperatur des ausströmenden Gases gemessen 654 und über einen Proportionalregler 655, der eine Abgasweiche 656 bedient, Auspuffgase in die Ansaugluft des Zentrifugalvergasers 657 mit einer Düse 658 beigemischt.

In dem Gas, das aus der Zentrifuge austritt, soll noch ein geringer CO<sub>2</sub>-Überschuß sein, der durch die Biokohle reduziert wird und hierdurch die Wärme des Abgases in Generatorgas umwandelt. Der Vergasungswirkungsgrad kann hierdurch auf über 95% erhöht werden. Die etwa 5% Abwärme werden von dem heißen Gas mitgenommen und können

- 42 -

- 43 -

in einem Wärmeaustauscher zur Vorheizung der Ansaugluft des Vergasers genutzt werden.

Zur Inbetriebnahme des Zentrifugalvergasers muß der Vergaser mit einer Heizung 613 auf Betriebstemperatur gebracht werden.

Fig. 10 zeigt eine Kammer-Gaszentrifuge zur Fraktionierung der Pyrolysegase. Die Pyrolysegase werden unter Druck und auf Normaltemperatur gekühlt in die Achse 701 der Kammerzentrifuge 700 eingeführt und über ein Drosselventil 702 entspannt und hierdurch gekühlt.

Die gekühlten Gase fliegen durch radiale Bohrungen 703 an die Wände der Zentrifuge 704 und werden dort in radial angeordnete schmale Kammern 705 umgelenkt.

Durch die Kühlung der Gase und den geringen Abstand der Kammerwände werden Turbulenzen in den Kammern weitgehend unterdrückt. Unter der Einwirkung der starken Zentrifugalbeschleunigung wird eine Trennung in eine schwere, mittlere und eine leichte Fraktion bewirkt.

Die schweren Gase können am äußeren Rand durch Bohrungen 706 abgenommen werden.

- 43 -

- 44 -

Die mittlere Fraktion wird über mittlere Bohrungen 707 abgenommen, die in die Achse führen.

Die leichte Fraktion wird über Bohrungen 708 direkt in die Achse abgenommen.

Die Gase entweichen unter Druck. Durch Ventile in den Ausgangskanälen 709 kann das Entnahmeverhältnis reguliert werden. Die mittlere Fraktion kann zur besseren Auftrennung in den Eingang zurückgegeben werden.

Die leichte Fraktion besteht weitestgehend aus Wasserstoff.

Fig. 11 zeigt einen Biokohlen-Gasgenerator mit integriertem Dampfstrahlgebläse. Der Biokohlengenerator besteht aus einem einfachen Blechzylinder 801 mit Sicherheitsverschluß 802.

Von unten ist die Luftzufuhr mit einer Lavaldüse 803 eingesetzt. Die Düse hat außen einen Keramikmantel.

Auf die Düse ist eine Halbkugel aus Keramik 804 gesetzt, deren Radius etwas größer als die Düse ist. Das eingeblasene Luft-Dampfgemisch wird von dieser Halbkugel

- 44 -

- 45 -

umgelenkt. Es entsteht eine ringförmige Brennzzone.

In die Düse ist eine Dampfstrahlgebläse 805 eingesetzt, das über einen Hahn 806 reguliert werden kann.

Der Biokohlengenerator ist im unteren Teil mit einem Wasserdruckbehälter umgeben 807, der durch die Abwärme des Generators geheizt wird. Der Druckbehälter hat ein Sicherheitsventil 808, dessen Druckverhalten geregelt werden kann.

Der entstehende Wasserdampf wird durch eine hochtemperaturfeste Leitung innerhalb des Generators zum Dampfstrahlgebläse geleitet. Dabei wird der Dampf auf über 600°C erhitzt 809.

Der Generator wird durch ein äußeres Gebläse angefacht, bis sich der Dampfdruck aufgebaut hat. Dann wird auf Dampfstrahlgebläse umgeschaltet.

Das Generatorgas wird oben abgenommen 810.

Fig. 12 zeigt einen Biokohlen-Gasgenerator mit integrierter Kleinverkohlungsseinheit. Der Biokohlengenerator besteht aus einem Blechmantel 901 und einem Sicherheits-

- 45 -  
- 46 -

verschluß 902.

In die Brennzone führt eine gebogene Lufterdüse aus hochtemperaturfestem Stahl 903 mit einer Keramikspitze 904. Die Düsen Spitze befindet sich in etwa in der Mitte eines Keramikeinsatzes 905, der unten als Halbkugel ausgebildet ist.

Der Generator wird unter dem Sog eines Gebläses durch die Feuerungsklappe 906 gezündet. Nach der Zündung wird die Feuerungsklappe dicht verschlossen. Die Luft wird dann durch einen Wärmeaustauscher 907 gesaugt, der von den heißen Gasen erhitzt wird.

Die Gase verlassen oberhalb des Keramikeinsatzes 905 den Generator durch zahlreiche Löcher 908. Oberhalb dieser Öffnungen ist ein Blech 909 angebracht, das die Biokohle von den Löchern entfernt hält.

Das Gas wird in einem Zyklon 910 und einem Filter 911 von Asche befreit.

in  
Der Biokohlen-Generator ist eine Pyrolysekammer eingesetzt 912 und mit dieser dicht verschlossen.

- 46 -

- 47 -

Die Pyrolysekammer ist selbst thermisch gut isoliert 913. Sie kann z.B. mit Steinwolle oder Schlacke in den Boden eingelassen sein.

Der Generator ist mit der Pyrolysekammer durch mehrere Bohrungen 914 verbunden, die durch den Keramikeinsatz reichen und direkt auf die Brennzzone gerichtet sind.

Zum Betrieb wird die Pyrolysekammer mit trockenen Holz- und Agrarabfällen gefüllt. Der Biokohlen-Gas-generator wird dann aufgesetzt, dicht verschlossen und mit relativ feinstückiger Biokohle gefüllt.

Die Zündung erfolgt durch die Feuerungsklappe. Nach einigen Minuten setzt die Pyrolyse in der Kammer ein. Die Pyrolysegase werden direkt in die Brennzzone geführt und dort thermisch gespalten. Das entstehende Graphit wird von der Luft zu Kohlenstoffdioxid verbrannt und dann an der benachbarten heißen Kohle zu Kohlenstoffmonoxid reduziert.

Fig. 13 zeigt einen anderen Biokohlen-Gasgenerator mit integrierter Kleinverkohlungseinheit. In einen thermisch gut isolierten Behälter 915, der am besten in den Boden eingelassen ist, ist der Generator mit



- 47 -

- 48 -

integrierter Pyrolyseeinheit eingelassen 916.

Der Generator besteht aus einem Mantel 917 mit einer Verengung im unteren Drittel.

Unten ist ein Rost 918.

Die Lufterdüse 919 wird von oben senkrecht eingeführt. Die Lufterdüse hat eine Keramikspitze 920 mit einem inneren Kern, so daß eine ringförmige Verbrennungszone entsteht.

Der Generator ist in die Pyrolyseeinheit 921 eingesetzt. Die Pyrolyseeinheit umschließt also ringförmig den Biokohlen-Gasgenerator.

In die Pyrolyseeinheit werden Segmentkörbe oder ein geschlossener Ringkorb 922 mit dem Pyrolysegut eingesetzt.

Der Generator ist mit der Pyrolyseeinheit durch mehrere Öffnungen 923 im Bereich der Verengung verbunden. Durch diese Öffnung wird das Pyrolysegas direkt in die ringförmige Brennzzone geleitet.

- 48 -

- 49 -

Der Generator wird durch die Luftdüse unter Gebläsezug angefeuert. Die Generatorgase werden unten abgezogen und an der Pyrolysekammer vorbei nach oben geführt. Die Gasführung ist oben ausgeweitet, damit eine relativ gleichmäßige Umströmung erfolgt. Das Gas wird oben 924 abgesaugt.

Nach Beendigung der Pyrolyse wird die Einheit geöffnet und die Segmentkörbe mit der Biokohle können herausgezogen werden.

Fig. 14 zeigt einen Biokohlengenerator. Der Biokohlen-Gasgenerator besteht aus einem Blechmantel 1001, einem Sicherheitsdeckel 1002 und zwei ringförmigen, mit Keramik beschichteten Einsätzen 1003, die den Generator im unteren Dritte verengen.

Am Generatorboden ist ein Kegel mit Keramikbeschichtung, die eine hohe Wärmerückstrahlung hat und den Brennbereich trichterförmig öffnet 1004. Um den Keramikkegel herum ist ein Rost 1005.

Der Generator hat eine doppelte Luftzuführung. Eine Düse reicht senkrecht von oben in den Generator 1006 und weist direkt auf die Spitze der Pyramide. Die Düse

- 49 -

- 50 -

hat eine Keramikspitze mit einem Kegel in der Mitte, um eine ringförmige Flamme zu erzielen.

Die zweite Luftzuführung erfolgt zwischen den beiden Einsätzen 1007. Der untere Einsatz ist dabei etwas zurückgesetzt, damit keine Holzkohle die Öffnungen verstopft. Die zweite Luftzuführung führt zu einer großen, ringförmigen Flammzone.

Bei kleiner Lastabnahme wird Luft nur durch die erste Düse eingeführt. Bei größerer Lastabnahme wird über eine Unterdruckreglung 1008 die zweite Luftzufuhr ergänzend zugeführt.

Hierdurch wird eine günstige Lastflexibilität des Generators erreicht.

In der Luftzuführung 1006 ist eine Ölzuführung 1009 eingebaut. Das Öl wird über eine Pumpe 1010 und eine Spirale 1011, die sich schnell dreht, eingeführt. Durch die Drehung der Spirale wird auch zähflüssiges Öl gefördert und verhindert, daß sich Teer oder Ölkoks festsetzt. Die Ölzuführung ist von außen durch die Luftzufuhr gekühlt.

- 50 -

- 51 -

Durch die Drehung der Spirale wird das Öl an der Mündung verspritzt und es verbrennt unvollkommen durch die Luftzufuhr an der heißen Keramikspitze und Kohle.

Durch die Keramikspitze 1007 wird das Öl mit der Luft gut vermischt.

In der Spitze des Kegels 1004 ist ein Thermoelement, das die Temperatur mißt und zur Regelung der Temperatur und Erhöhung des Vergasungswirkungsgrades Abgase oder Wasserdampf in die Ansaugluft einmischt 1012. Hierzu wird eine Drossel proportional geregelt 1013. Die Abgase oder der Wasserdampf werden über eine Düse 1014 eingemischt. Durch ihren Vordruck haben sie eine Pumpwirkung auf die Luftförderung.

Über die Temperaturregelung kann alternativ Öl, oder noch besser ist eine Emulsion von Ölen mit bis zu 25% Wasser, eingespritzt werden.

Bei einer bestimmten Temperatur, die experimentell herausgefunden werden muß, wird durch die Öleinspritzung gerade soviel Kohle gebildet, wie durch den Generator verbraucht wird, so daß der Generator hinsichtlich der Biokohle stationär verläuft und die

BAD ORIGINAL

- 8T -

- 52 -

Biokohle die Funktion eines Katalysators annimmt.

Der Generator wird dann faktisch nur mit Öl betrieben.

Die Regelung der Öleinspritzung kann allein durch die Temperatur erfolgen, da mit stärkerer Gasabnahme durch einen Motor die Temperatur im Vergaser schnell ansteigt. Um eine schnellere Reaktion zu erreichen, kann gleichzeitig mit der Beschleunigung eine bestimmte Ölmenge eingespritzt werden (vgl. Beschleunigungspumpe bei Vergasern).

Durch diesen Mischbetrieb mit Ölen, besonders geeignet sind Pyrolyseöle, können Kraftfahrzeuge mit Pyrolyseölen gefahren werden. Die Generatorgaserzeuger können erheblich kleiner als reine Biokohlengaserzeuger sein. Mit Pyrolyseölen in Tanks läßt sich eine größere Reichweite erzielen.

Der Generator kann außerdem zur Erzeugung von Ölgas und Wassergas genutzt werden. Hierzu wird der Generator in Wechselbetrieb gefahren.

Die Temperaturregelung regelt dann koordiniert ein Ventil in der Luftzuführung 1015 und eine Rohrweiche bei der Gasentnahme 1016.

- 52 -

- 53 -

In der Generatorgasphase wird Luft zugeführt und das Generatorgas in das entsprechende Gasnetz 1017 gelenkt. Wenn der Generator eine bestimmte Temperatur überschritten hat, wird die Luftzufuhr 1015 gesperrt und die Rohrweiche 1016 umgestellt. Anschließend wird Öl oder Wasserdampf eingespritzt, bis die Temperatur unter einen bestimmten Wert gesunken ist. Dann wird entsprechend wieder auf Generatorgaserzeugung umgestellt.

Fig. 15 zeigt einen Gasgenerator für zerkleinerte Biomaterialien und Kohle. In einem Blechmantel 1101 mit einem Sicherheitsdeckel 1102 sind ein Biokohlenvergaser 1103 und ein Trichtervergaser 1104 für kleinstückiges Gut eingebaut.

Der Biokohlenvergaser entspricht im Prinzip dem Biokohlen-Gasgenerator 10. Die ringförmigen, mit Keramik beschichteten Einsätze 1105 entsprechen 1003. Anstelle des Keramikkegels 1004 ist ein aufgeweiteter Kegel 1106 mit einer Keramikkappe 1107. Der Generator hat nur die seitliche Luftzuführung 1108.

Der Trichtervergaser für kleinstückiges Gut besteht aus einem gußeisernen Trichter 1109, der in eine Luftzuführungssystem 1110 eingesetzt ist, das ebenfalls aus Guß ist.

ORIGINAL UNREPRODUCED

- 53 -

- 54 -

Das Luftzufuhrsystem ist innen mit einem Keramikteil versehen. Der gußeiserne Trichter hat ebenfalls einen Keramikeinsatz im unteren Teil. Im oberen Bereich hat der Trichter Löcher 1111, aus denen die Asche entweichen kann.

Die Materialzufuhr erfolgt mit einer horizontalen Schnecke 1112, die das Gut aus einem Silo herbeiführt und einer vertikalen Preßschnecke 1113, die das Gut durch eine Verengung 1114 von unten in den Trichter gasdicht einpreßt.

Auf dem Trichter sitzt ein Lochblech aus hochtemperaturfestem Stahl 1115.

Das Lochblech verhindert das Herausfliegen von leichtem Gut, bewirkt eine leichte Verdichtung im Trichter und dient zugleich der Füllstandsreglung.

Die Generatorgase werden aus dem Biokohlen-Gasgenerator seitlich nach unten abgezogen 1116 und an den Wänden des Trichtervergasers vorbeigeführt.

ORIGINAL INSPECTED

- 54 -

- 55 -

Bei Inbetriebnahme wird zunächst der Biokohlenvergaser 1103 angefeuert. Wenn der Vergaser eine bestimmte Temperatur erreicht hat, die bei 1117 mit einem Thermoelement gemessen wird, wird der Trichtervergaser durch die Ansaugöffnung angefeuert.

Die Koordination der Vergasung in beiden Teilvergasern verläuft wie folgt:

Über die Temperaturmessung werden die Drosseln 1118 und 1119 in den beiden Ansaugkanälen 1120 und 1121 durch eine Regeleinrichtung 1122 so geregelt, daß die Temperatur im Biokohlen-Gasgenerator einem Solltemperaturbereich entspricht.

Bei kleiner Gasabnahme erfolgt die Luftzufuhr vor allem im Biokohlengasgenerator. Die Luftzufuhr 1121 wird gerade soweit offen gehalten, daß die Brennzone im Trichtervergaser stabil bleibt.

Bei höherer Gasabnahme wird die Luftzufuhr zum Biokohlen-Gasgenerator 1220 so weit gedrosselt, daß die Temperatur im Sollbereich bleibt. Die Luft wird dann vor allem in den Trichtervergaser gesaugt.



- 35 -

-56-

Der Trichtervergaser wird durch die Preßschnecke 1113 immer gefüllt gehalten. Die Regelung erfolgt über das Lochblech 1115. Wenn das Lochblech durch das eingepreßte Material über einen bestimmten Wert angehoben wird, wird die Schnecke abgestellt, wenn es unter einen bestimmten Wert fällt, wird die Schnecke angestellt.

In dem Trichtervergaser 1104 kann praktisch alles kohlenstoffhaltige Material vergast werden, sofern es trocken genug ist und sich durch die Schnecken fördern läßt.

Das Material vergast sehr unvollkommen mit hohen Anteilen an kondensierbaren Bestandteilen und  $\text{CO}_2$  und Wasser.

Die entstehende Asche wird zum Teil aus den Öffnungen 1111. Ein anderer Teil wird mit dem Gas mitgerissen und fällt dann in der sehr aufgeweiteten Kammer 1123 nach unten und kann dort regelmäßig entnommen werden.

Das Gas tritt durch den aufgeweiteten Kegel 1106 mit der Keramikkappe 1107 in den Biokohlenvergaser und wird dort aufgespalten.

ORIGINAL INSPECTED

- 56 -

- 57 -

Bei kleiner Lastabnahme stammt die Energie vor allem aus dem Biokohlen-Gasgenerator. Entsprechend nimmt der Biokohlenvorrat langsam ab und muß ergänzt werden. Bei größerer Lastabnahme stammt die Energie vor allem aus dem Trichtervergaser. Durch den hohen Teeranteil regeneriert sich der Biokohlenvergaser, so daß er bei experimentell zu bestimmenden Temperaturen hinsichtlich des Biokohlenverbrauchs nahezu stationär betrieben werden kann.

Das weitgehend teer- und essigsäurefreie Generatorgas wird bei 1124 entnommen und einem Kühlungs- und Reinigungssystem zugeführt. Die Kühlung sollte vor allem im Silo erfolgen, aus dem das zu vergasende Gut entnommen wird. Mit der Abwärme kann eine sehr weitgehende Vortrocknung erreicht werden.

Der Generator kann alternativ im Mischbetrieb auch zur Biokohlenerzeugung genutzt werden.

Die Luftzufuhr 1121 zum Trichtervergaser wird dann nur in der Anheizphase geöffnet. Anschließend wird sie verschlossen. Dann erfolgt im Trichtervergaser nur eine Pyrolyse, die von der Abwärme des Biokohlen-Gasgenerators getragen wird.

- 57 -

- 58 -

Die Regelung des Lochbleches 1115 wird dann abgestellt, so daß das verkohlte Gut das Lochblech anheben kann und am Rande des Trichters in die Kammer 1123 fällt. Dort kann das Material noch weiter verkohlen. Nach einer gewissen Zeit wird die Biokohle dann über einen Verschuß 1125 in einen Bunker 1126 entleert.

Die Zufuhr des Biomaterials über die Schnecken wird wieder über die Temperatur geregelt. So wird gerade soviel Biomaterial zugeführt, daß die Temperatur in einem Sollbereich liegt. Der Biokohlen-Gasgenerator kann dann wieder hinsichtlich des Biokohlenverbrauchs stationär betrieben werden.

Bei plötzlichen Lastanforderungen kann durch einen Impuls die Schneckenzufuhr in Betrieb gesetzt werden, auch wenn die Temperatur im Biokohlengasgenerator noch keine signifikante Erhöhung zeigt. Hierdurch kann kurzfristig der Heizwert des Gases erhöht werden.

Je nach Trockenheit des Biomaterials lassen sich in diesem Mischbetrieb etwa die vierfache Menge an Biokohle im Vergleich zum Heizwert des abgegebenen Generatorgases erzeugen.

- 58 -

- 59 -

Das Generatorgas kann durch den Mischbetrieb einen erheblich höheren Heizwert haben, doch ist die Gesamtgasleistung des Generators niedriger als im reinen Generatorbetrieb.

Fig. 16 zeigt eine Vorrichtung zur Reinigung, Kühlung und Zufuhr des Pyrolysegases zum Betrieb von Benzinmotoren im Zweistoffbetrieb. Das Generatorgas wird lastspezifisch von einem Radialverdichter 1201 angesaugt.

In das Radialgebläse wird mit einer Düse 1202 Wasser eingespritzt, das aus einem Sammelbehälter 1203 mit einer Pumpe 1204 hochgepumpt wird.

Durch das Einspritzen des Wassers wird das Gas von mitgerissenen Verunreinigungen gründlich gereinigt. Die Verunreinigungen fliegen durch die Radialbeschleunigung zusammen mit dem Wasser an die Wände des Radialverdichters und werden in den Sammelbehälter gespült.

Gleichzeitig wird das Gas stark gekühlt.

Die Wärme wird mit einem Gegenstromwärmeaustauscher 1205 abgeleitet. Das Kühlwasser tritt bei der Wasserleitung ein 1206, die zur Düse 1202 führt.

- 59 -

- 60 -

Das gekühlte und gereinigte Gas wird durch eine Drossel 1207 in ein Ansauggebläse 1208 entspannt. Die Drossel ist mit dem Gashebel des Motors gekoppelt.

Die Luft-Gas-Mischung erfolgt im Ansauggebläse.

Vor der Drossel wird über einen Druckregler 1209 auf konstanten Gasdruck geregelt. Der Regler steuert den Radialverdichter 1201.

Der Ansaugkanal 1210 hinter dem Ansauggebläse 1208 führt in den Ansaugkanal zwischen Motor und Vergaser. In dem Ansaugkanal ist eine weitere Drossel 1211 eingebaut.

Bei reinem Vergaserbetrieb ist die Drossel 1211 geschlossen und der Motor saugt nur durch den Vergaser 1212 und wird über dessen Drossel 1213 geregelt. Bei Gemischbetrieb wird durch das expandierende Gas in der Drossel 1207 und das Ansauggebläse 1208 ein höherer Vordruck erzeugt, so daß der Motor bevorzugt aus dem Ansaugkanal 1210 saugt.

Fig. 17 zeigt eine integrierte Trocknungseinheit.

Verwendet wird ein Biokohlen-Gasgenerator 1301, weil dessen Abgase sehr trocken sind.

- 60 -

- 61 -

Das Gas wird durch einen Zyklon 1302 und einen Filter 1303 gereinigt und in einem Gaskühler 1304 gekühlt. Mit dem Gas wird ein Gasmotor 1305 angetrieben, der über eine Kupplung und Getriebe 1306 ein Gebläse antreibt 1307.

Zur Regelung der Temperatur im Generator und zur Verbesserung des Vergasungswirkungsgrades wird die Temperatur im Generator gemessen 1308 und über eine Regeleinrichtung 1309 ein Teil der Abgase in den Generator zurückgeführt.

Die übrigen Abgase werden in das Gebläse eingegeben.

Hinter dem Gebläse wird die Temperatur gemessen 1310 und über eine Regeleinrichtung die Motorleistung und eine Jalousie 1311 geregelt, damit die Trocknungsluft eine gleichbleibende Temperatur hat.

Durch die Kraft-Wärme-Kopplung und die hygienischen und sehr trockenen Abgase des generatorgasbetriebenen Motors kann die gesamte Abwärme des Generators und Motors an die Trocknungsluft abgegeben werden.

Die Trocknungseinheit kann auch für die Heizung von Treishäusern genutzt werden. Sie trägt dann gleich zur

ORIGINAL INSPECTED

- 51 -  
- 62 -

CO<sub>2</sub> Düngung bei.

Fig. 18 zeigt eine Vorrichtung zur Bodentemperierung für Gärtnereien. Die Schnellkompostanlage 1401 besteht aus einem Silo mit einer luftdichten Einfüllklappe 1402 und luftdichten Entnahmeklappe 1403.

Das Kompostmaterial wird oben eingegeben. Die Luft strömt von unten durch ein Schrägrost 1404 ein und wird oben 1405 abgesaugt.

Die warme, feuchte und CO<sub>2</sub> und NO<sub>2</sub> bzw. NH<sub>3</sub>-reiche Kompostluft wird durch eine integrierte Gasgenerator-Motor-Gebläse-Einheit 1406 angesaugt, zusätzlich mit Luft gemischt und in Gewächshäusern oder auch im Freiland in Hügelbeete 1407 eingeblasen.

Durch die Bodenheizung wird der Wärmeverlust nach außen minimiert und gleichzeitig die für die Pflanzen wichtige, günstigste Bodentemperatur erzeugt. Durch die mitgeschleppte Feuchtigkeit und das CO<sub>2</sub> sowie NO<sub>2</sub> oder NH<sub>3</sub> kann ein optimales Bodenmilieu erzeugt werden.

Durch ein kurzzeitiges Überhitzen der Hügelbeete über 60°C können Bodenschädlinge wirksam bekämpft werden.

~~62~~ -

- 63 -

Um einen optimalen Wassergehalt in der Heizungsluft und in der Schnellkompostanlage zu erreichen, wird Wasser oder auch Wasserdampf in die Schnellkompostanlage eingespritzt 1408.

Die Regelung erfolgt über einen Meßfühler 1409 und ein Regelgerät 1410.

Bei stark kalkhaltigem Wasser und hoher Lufttrockenheit muß mit Regenwasser, entkalktem Wasser oder mit Dampf angefeuchtet werden, der über den Motor bezogen werden kann.

Als Vergasungsmaterial eignen sich relativ feuchtes Material (Hackschnitzel, Strohhäcksel usw.), das am besten bedarfsspezifisch im Generator des Typs 11 vergast wird.

Durch die Kombination kann sowohl das feuchte Biomaterial (Blätter, Fäkalien) als auch das holzhaltige Biomaterial für die Heizung unter optimaler Zufuhr von Pflanzennährstoffen verwendet werden. Der Gasmotor sollte sogar auf eine möglichst hohe  $\text{NO}_2$ -Bildung optimiert werden.

ORIGINAL INSPECTED



- 81 -

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

3030593  
C 10 B 53/00  
11. August 1980  
11. März 1982

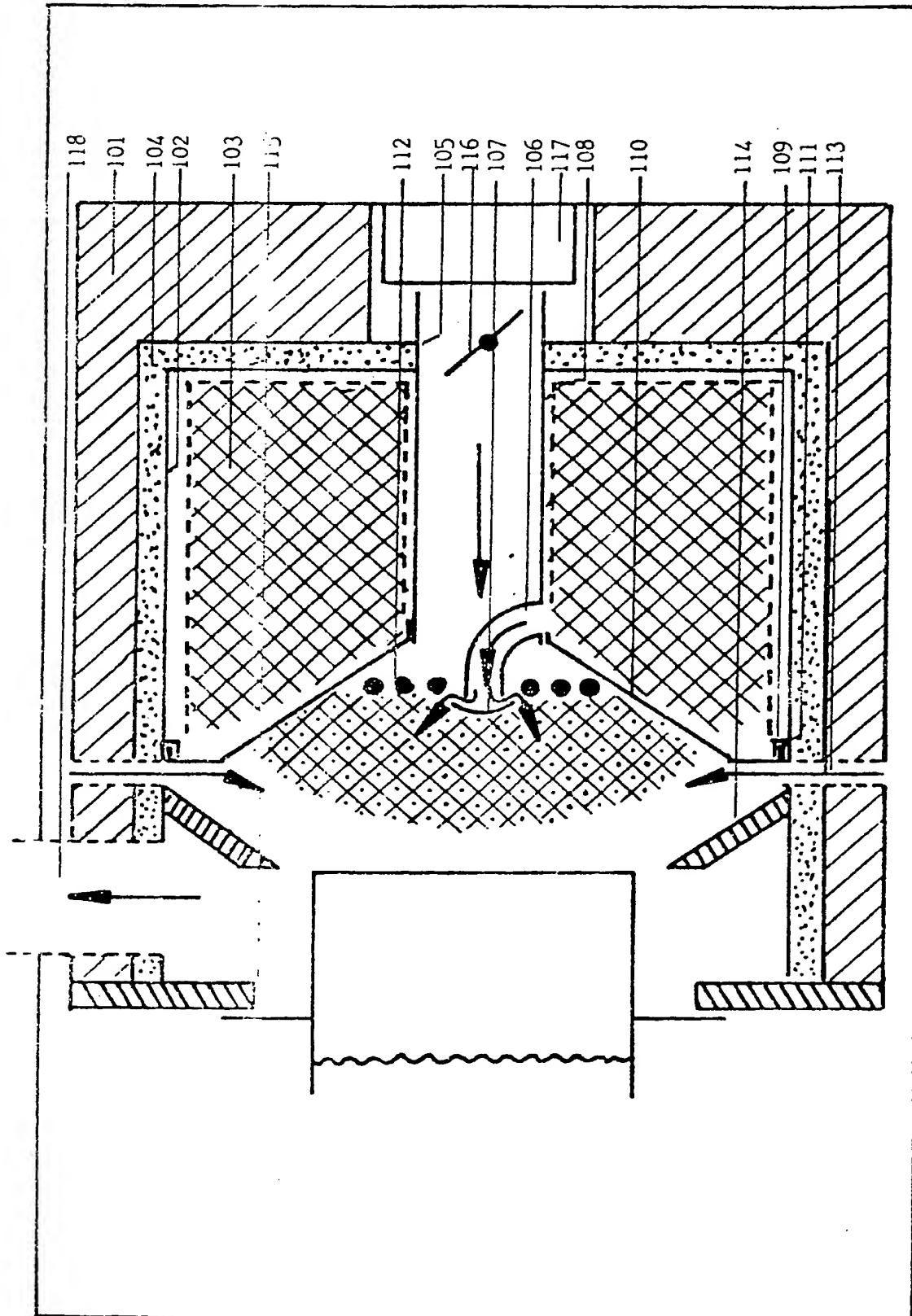


Fig. 1

Fig. 2

3030593

- 64 -

201 bis 217

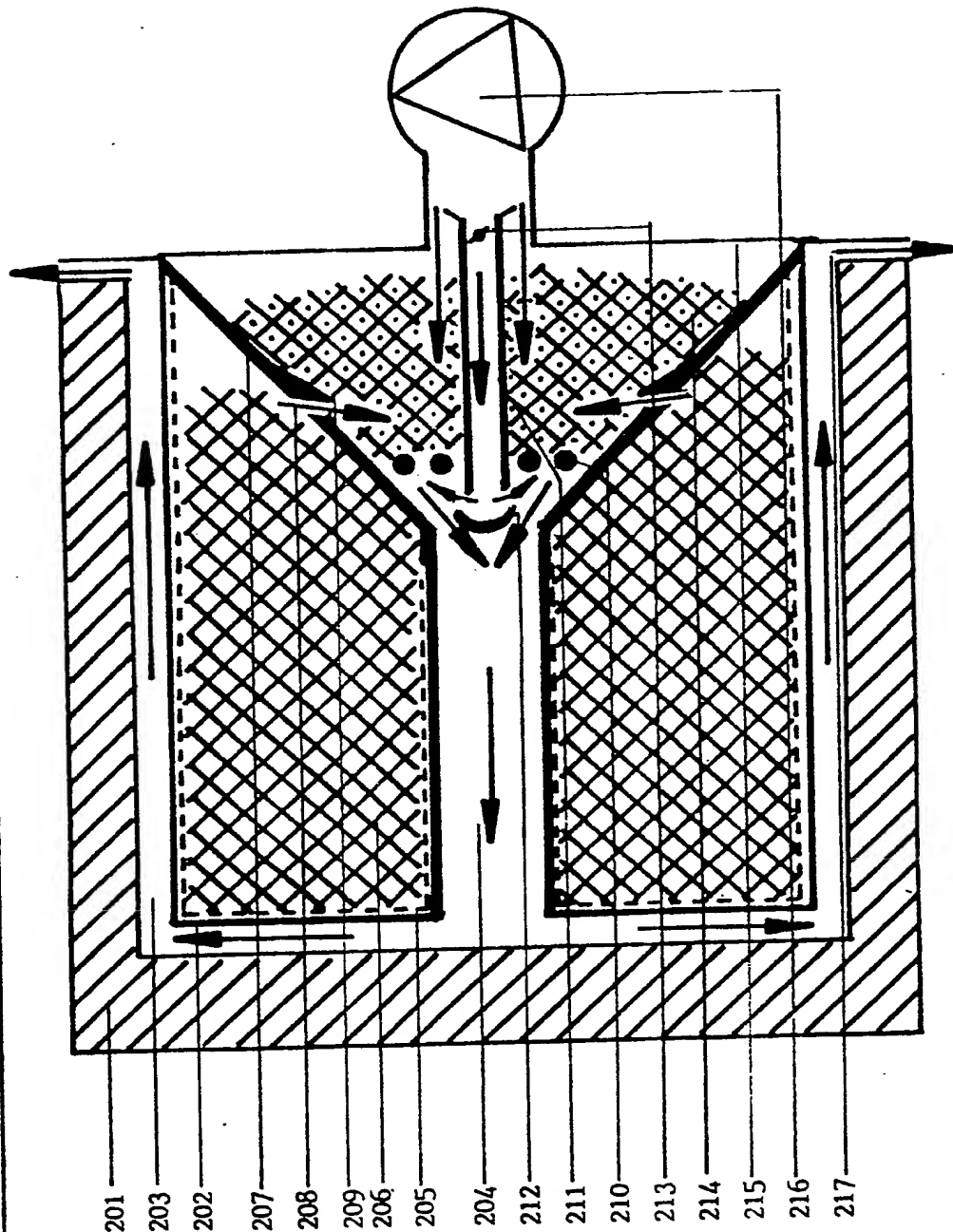
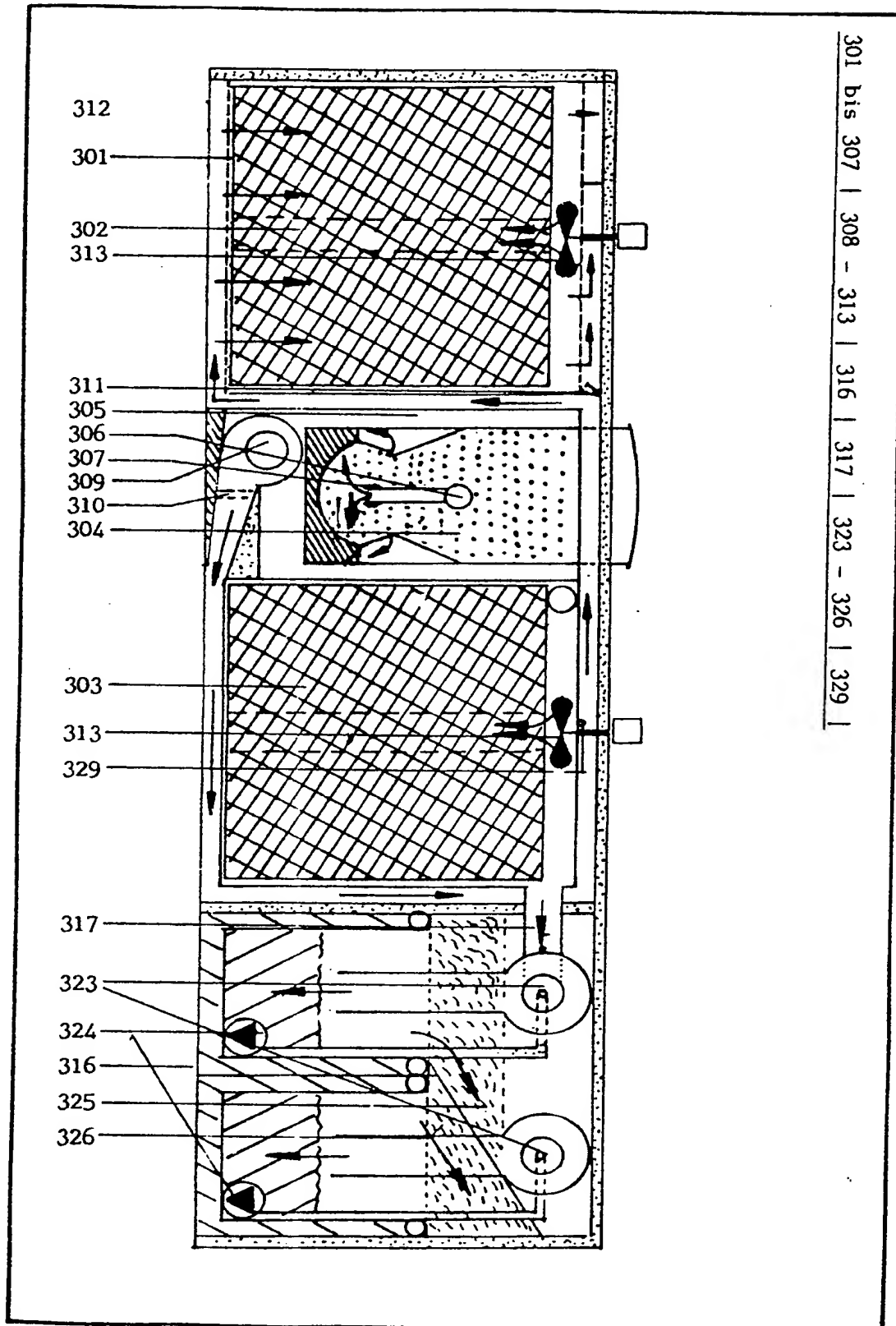


Fig. 3

3030593

- 65 -



BAD ORIGINAL

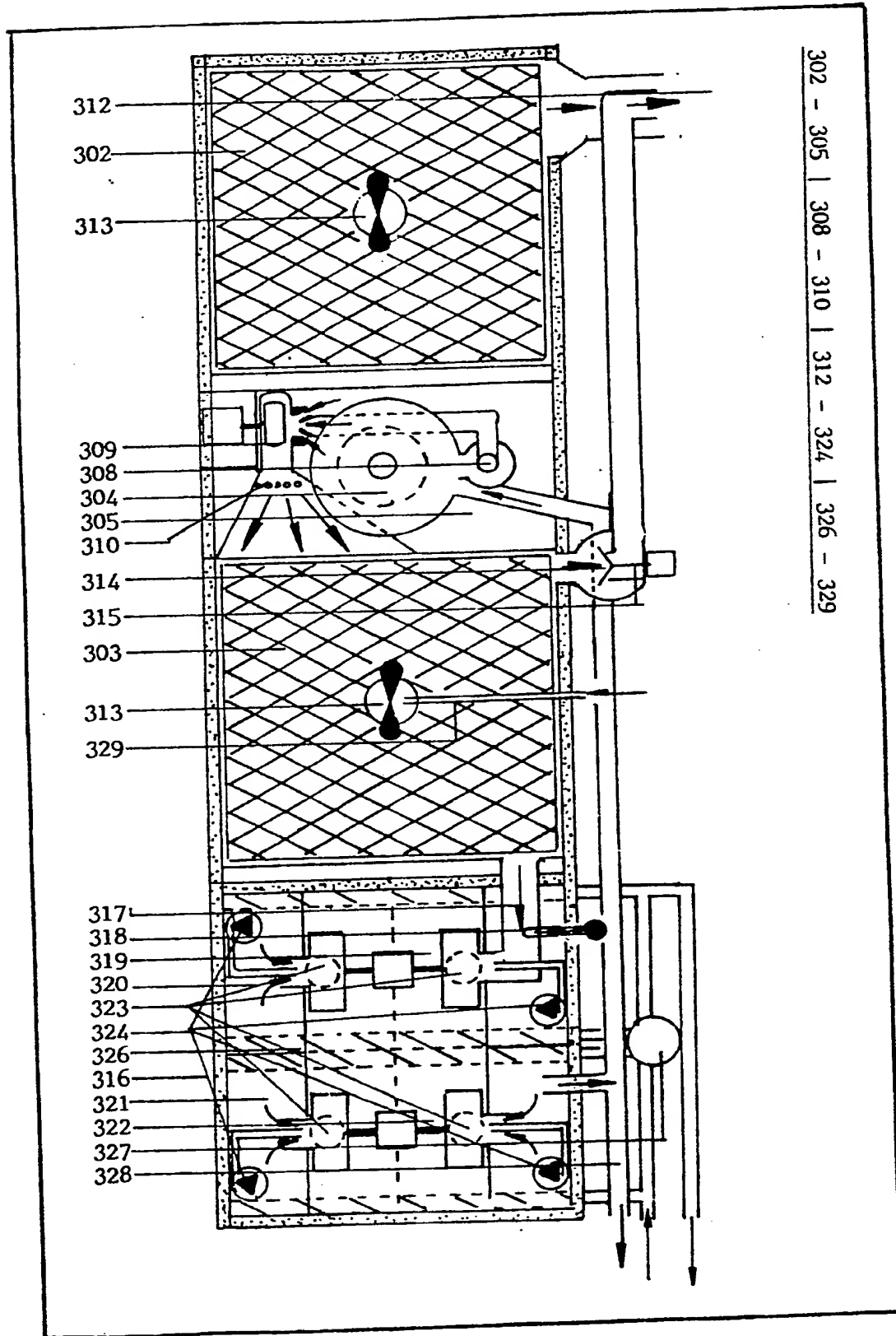
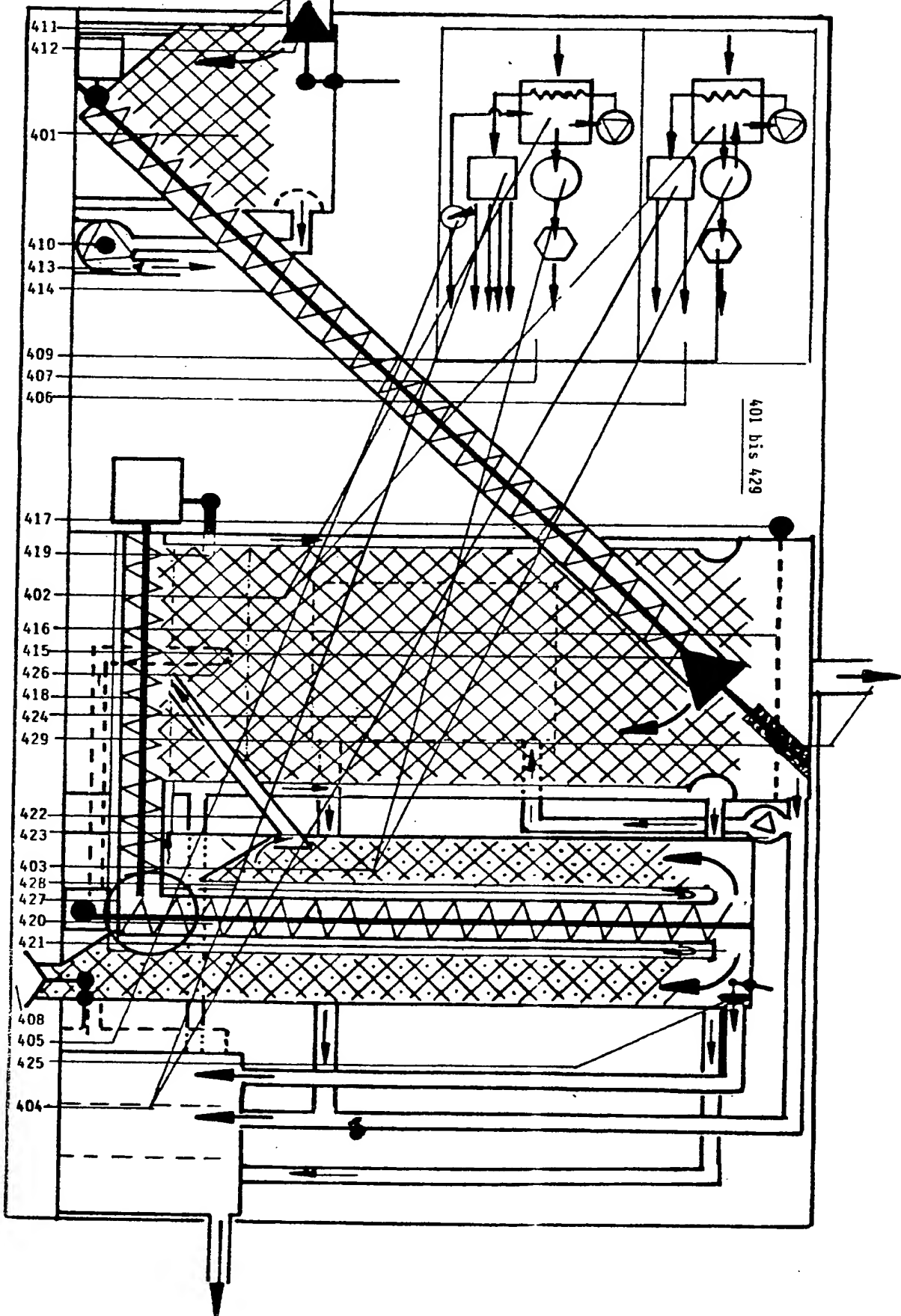
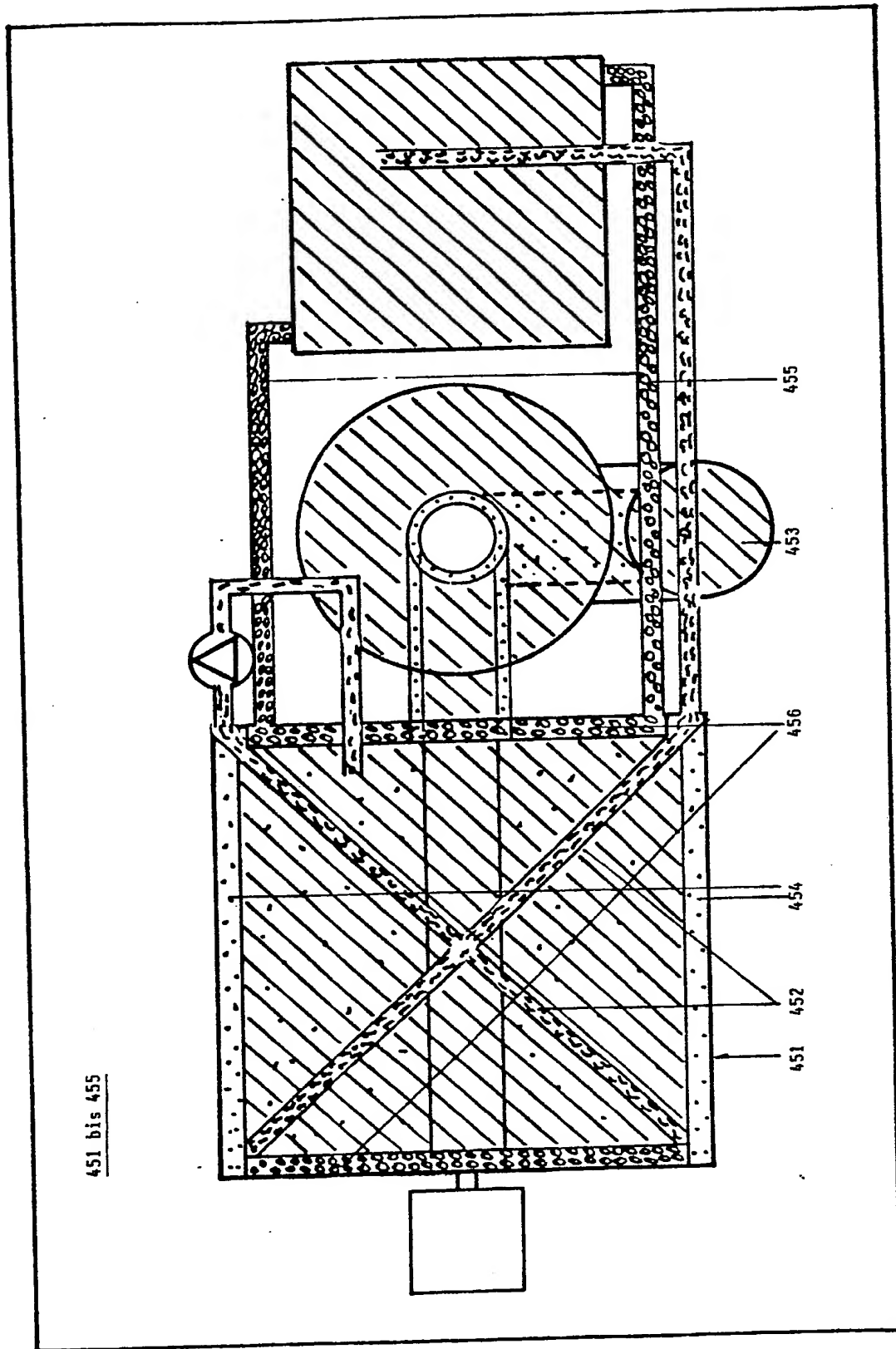


Fig. 5

- 67 -

3030593





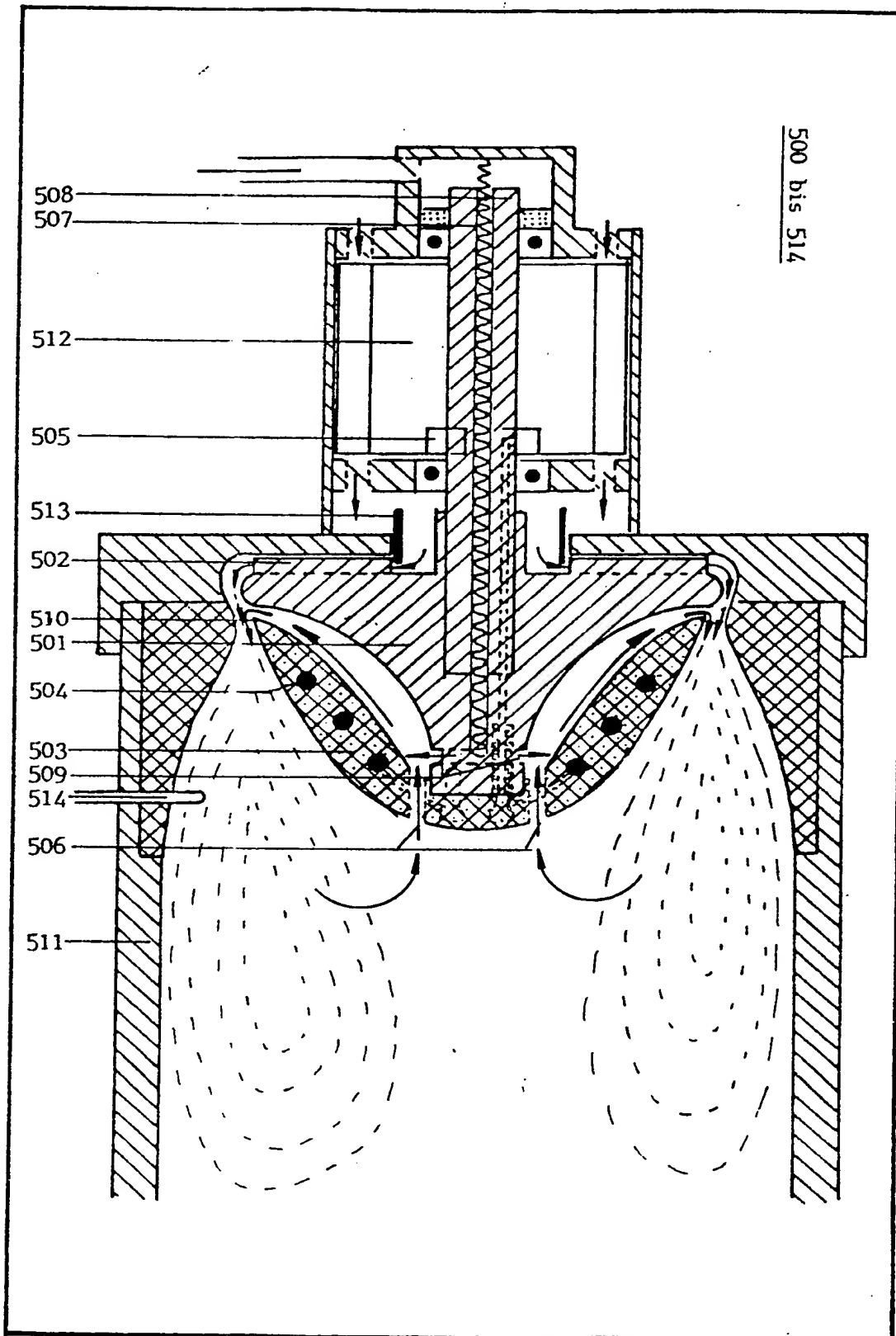
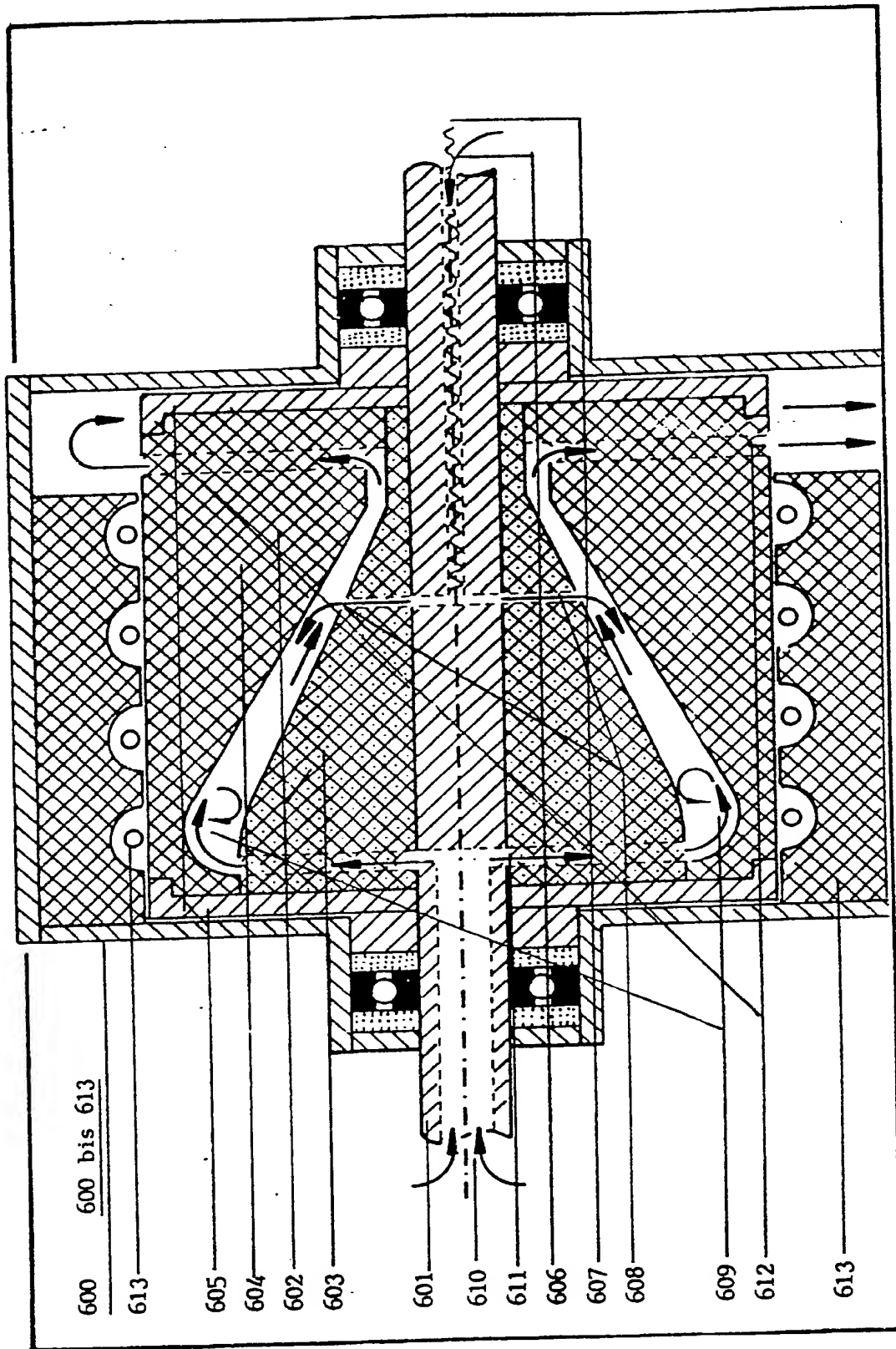


Fig. 8

- 70 -

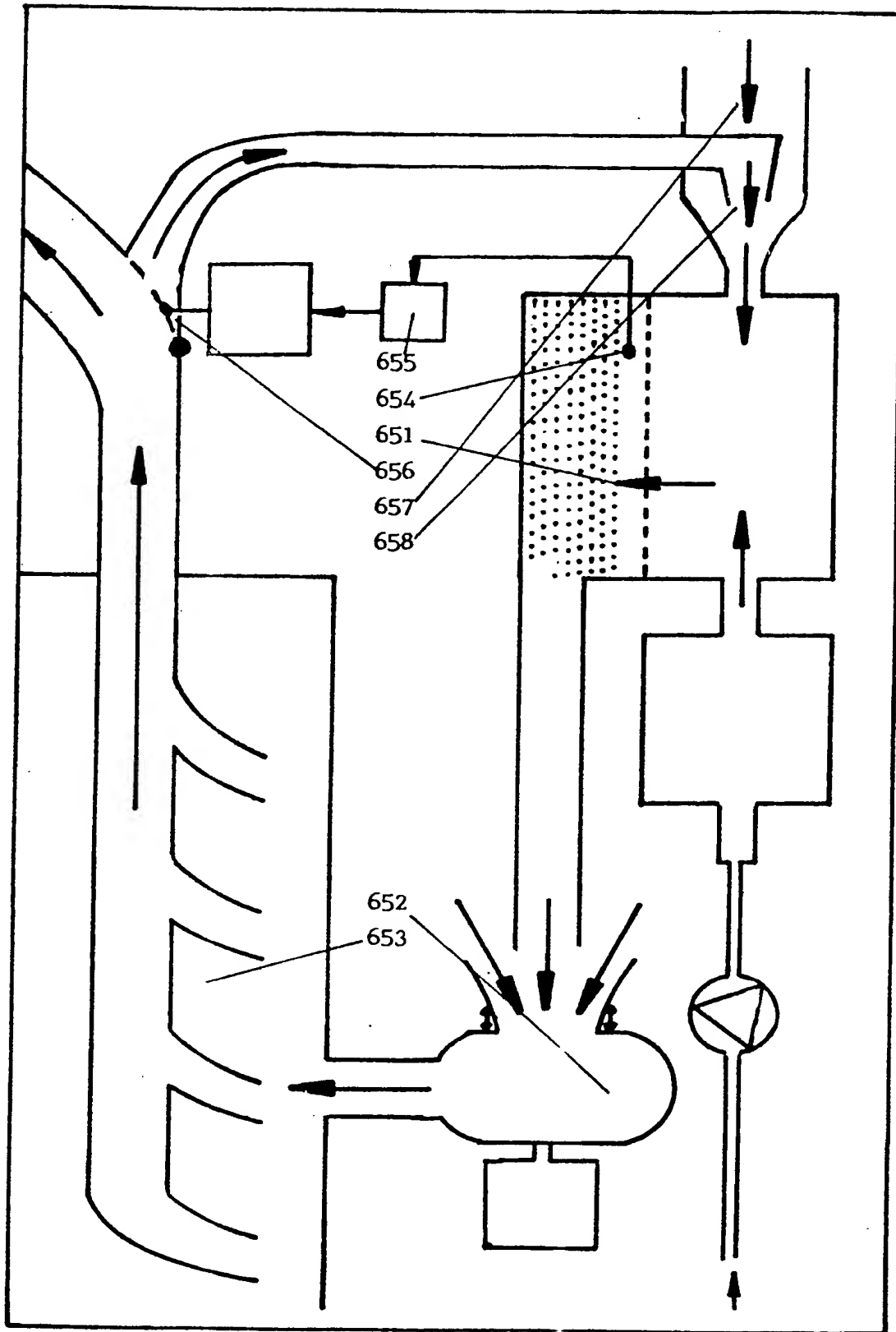
3030593

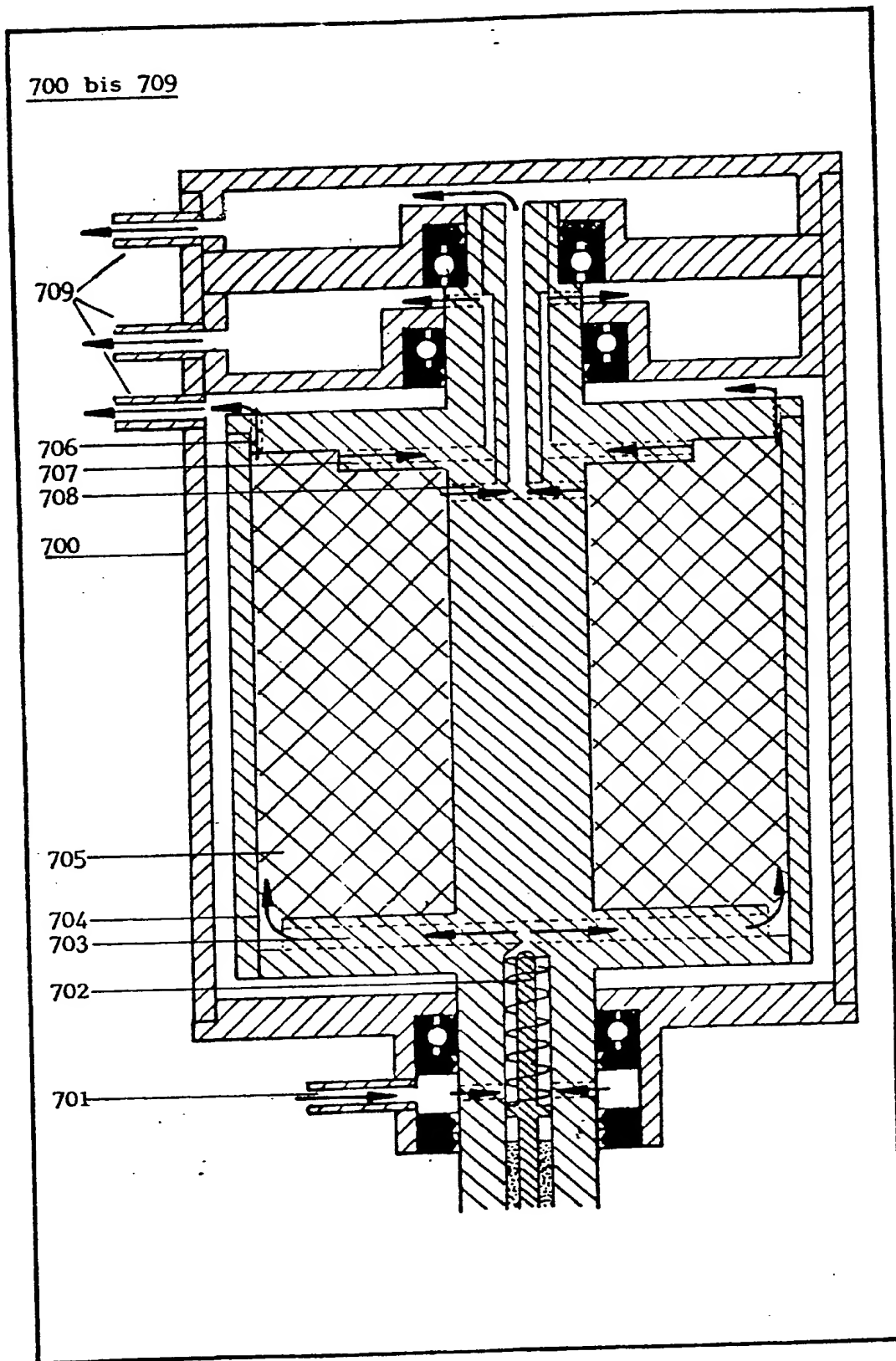


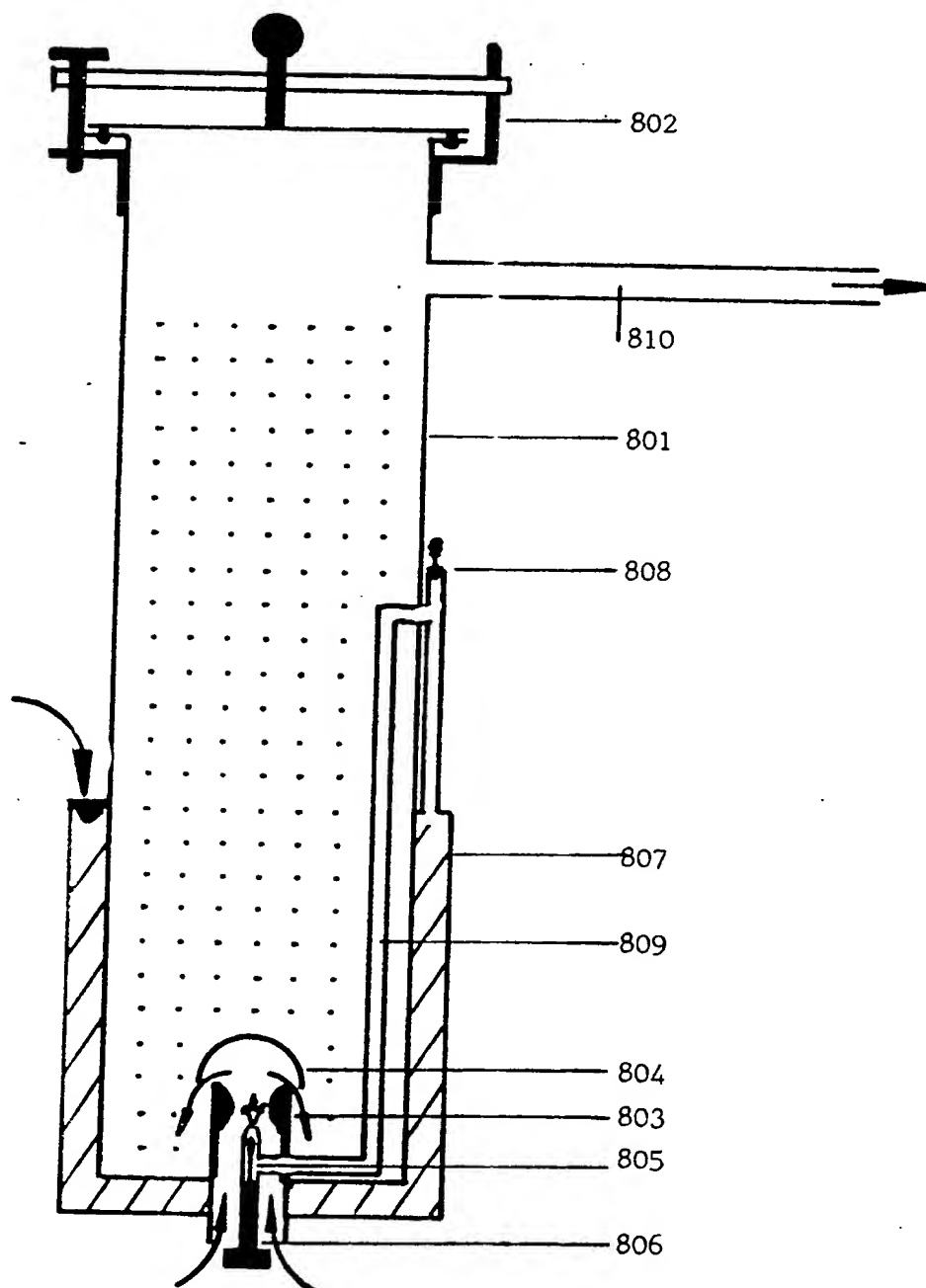


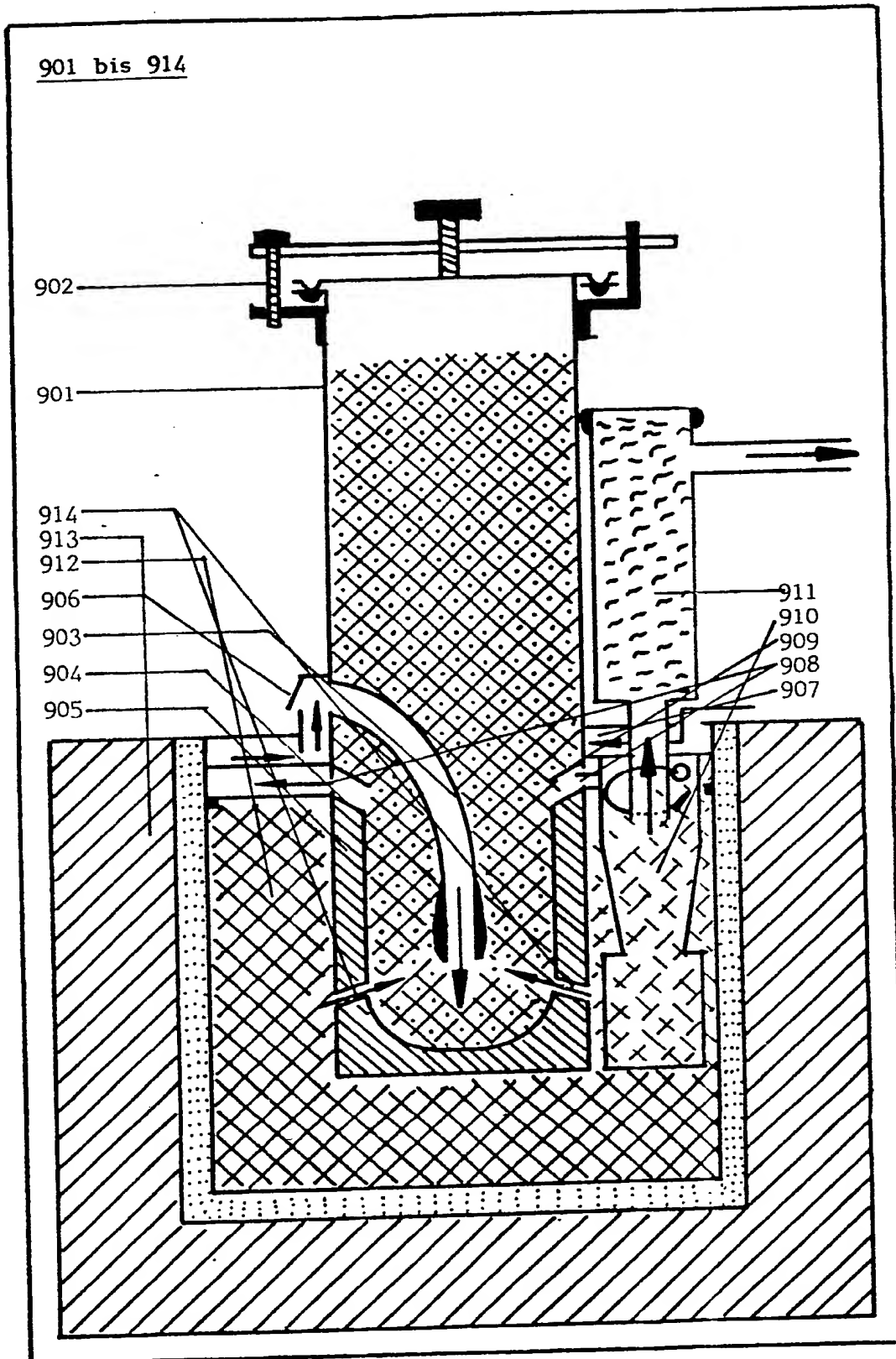
- 71 -

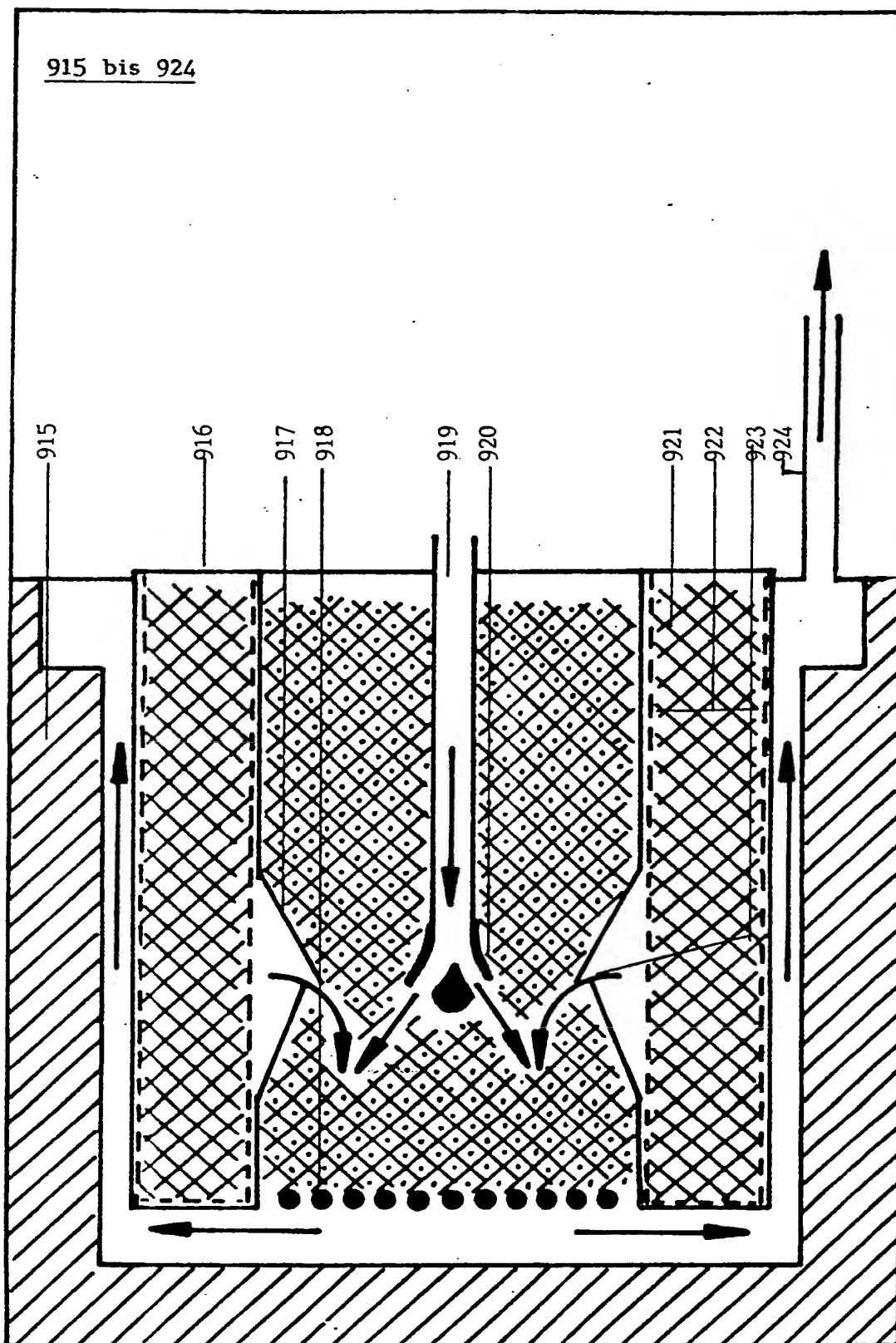
3030593

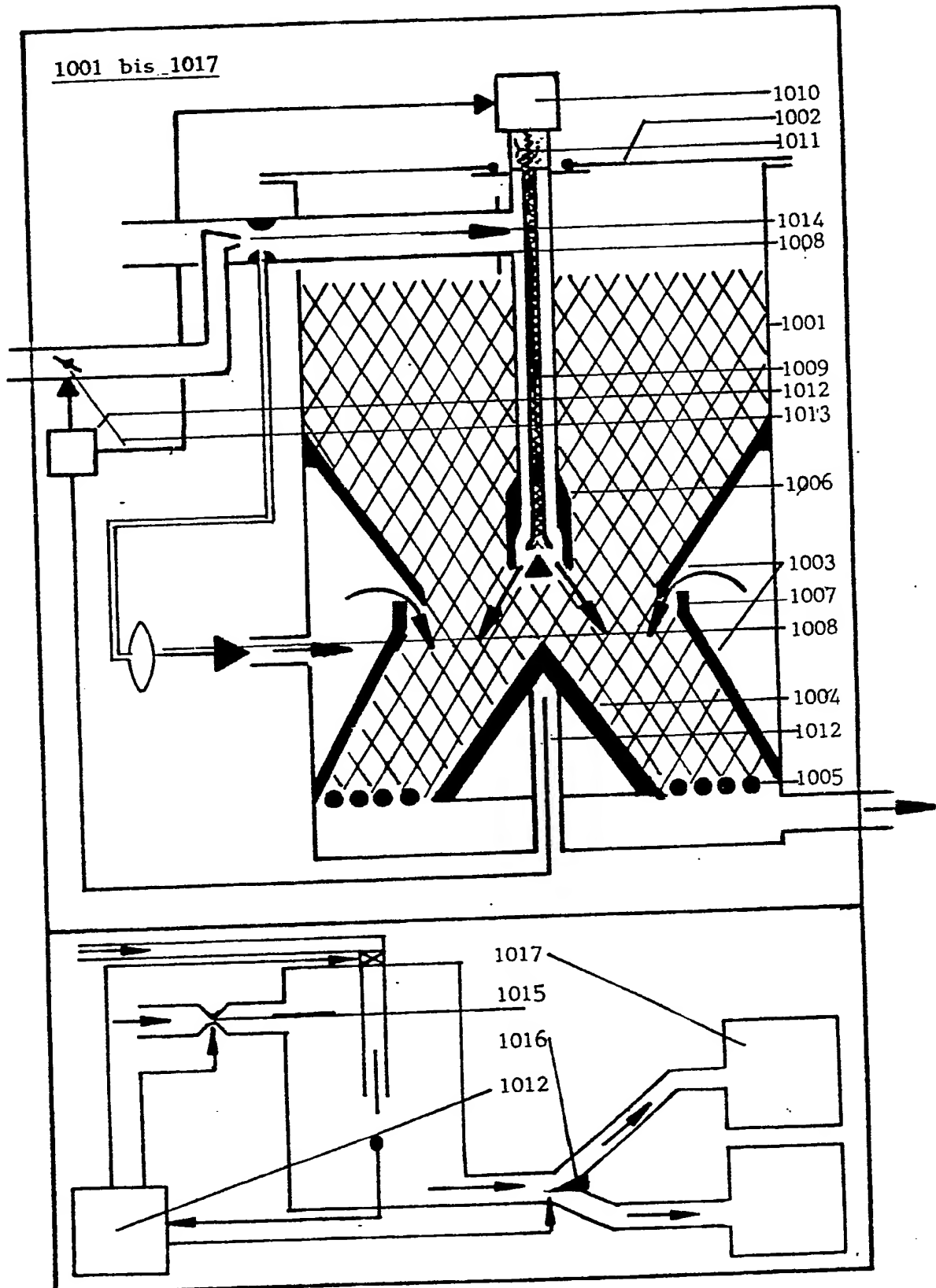




801 bis 810







ORIGINAL INSPECTED

- 77 -

